

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διαχείριση και
Προστασία Περιβάλλοντος**

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Προσδιορισμός Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την
Πλαστική Ρύπανση στη Θάλασσα**

Αγνή Σφηκουρή

**Επιβλέπων Καθηγητής
Αντώνης Ζορπάς**

Απρίλιος 2018

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών *Διαχείριση και
Προστασία Περιβάλλοντος***

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Προσδιορισμός Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την
Πλαστική Ρύπανση στη Θάλασσα**

Αγνή Σφηκουρή

**Επιβλέπων Καθηγητής
Αντώνης Ζορπάς**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Απρίλιος 2018

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

Περίληψη

Τα πλαστικά είναι πολύτιμα εργαλεία για τον άνθρωπο. Δυστυχώς όμως η απόρριψη τους ρυπαίνει το περιβάλλον και αποτελεί ένα παγκόσμιο ζήτημα. Τα θαλάσσια πλαστικά απορρίμματα προκαλούν ρύπανση των θαλασσών και μόλυνση τους, και οδηγούν μέχρι και τον θάνατο στη θαλάσσια ζωή. Σοβαρές επιπτώσεις προκαλούν και στην ανθρώπινη υγεία, κυρίως μέσω της κατάποσης τους αφού μεταφέρουν ρύπους. Το πλαστικό στο θαλάσσιο περιβάλλον δεν βιοδιασπάται αλλά αντίθετα μετατρέπεται σε μικροπλαστικά. Κύρια πηγή των πλαστικών αποβλήτων στη θάλασσα είναι ο άνθρωπος. Τα πλαστικά απορρίμματα σε χώρες της Ευρώπης και αλλού είτε ανακυκλώνονται, είτε χρησιμοποιούνται για παραγωγή ενέργειας, είτε οδηγούνται στην υγειονομική ταφή, γεγονός που πρέπει να αλλάξει και να καταλήξει στη μηδενική παραγωγή πλαστικών απορριμμάτων μέσω το μοντέλου της κυκλικής οικονομίας. Στην Κύπρο, με βάση της ανάλυσης που παρατίθεται στη μεταπτυχιακή διατριβή, ένα μεγάλο ποσοστό των πλαστικών απορριμμάτων ανακυκλώνεται, αν και θα έπρεπε να είναι μεγαλύτερο και το υπόλοιπο καταλήγει σε χωματερές. Η λύση στο παγκόσμιο αυτό πρόβλημα είναι η καλύτερη διαχείριση των πλαστικών απορριμμάτων από τα κράτη αλλά και από τον κάθε άνθρωπο ξεχωριστά. Μόνο όταν χειριστούν ως φυσικοί πόροι θα λυθεί το πρόβλημα.

Summary

Plastics are precious tools for humans. Unfortunately, however, their rejection pollutes the environment and that is a global issue. Marine plastic waste causes pollution of the seas, leading to death in marine life. Serious effects also cause to human health, mainly by ingestion since they are transporting pollutants. Plastic in the marine environment is not biodegradable but instead converted into microplastics. The main source of plastic waste at sea is humans. Plastic waste in European countries and elsewhere is either recycled, used for energy production or driven into landfill, which should change and result in the zero production of plastic waste through the circular economy model. In Cyprus, based on the analysis that is given in the paper, a large proportion of plastic waste is recycled, although it should be larger and the rest of it ends up in landfills. The solution to this global problem is the better management of plastic waste by the governments and by each person separately. Only when handling as natural resources will the problem be solved.

Ευχαριστίες

Ευχαριστίες στον επιβλέπων καθηγητή μου Δρ Αντώνη Ζορπά που βοήθησε στην εκπόνηση της μεταπτυχιακής διατριβής.

Περιεχόμενα

1 Εισαγωγή	1
2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	6
2.1 Εισαγωγή στη πλαστική ρύπανση	6
2.2 Πλαστικά απόβλητα: λόγοι χρήσης και πιέσεις	8
2.2.1 Πηγές πλαστικών αποβλήτων	10
2.2.2 Κατηγορίες πλαστικών απορριμμάτων	14
2.2.3 Τάσεις στα πλαστικά απορρίμματα με την πάροδο του χρόνου	15
2.3 Μικρο- Πλαστικά: πηγές και κατηγορίες	16
2.4 Κατάσταση των πλαστικών απορριμμάτων στο περιβάλλον	18
2.4.1 Μεταξύ της ξηράς και της θάλασσας: παρακολούθηση των πλαστικών αποβλήτων στις ακτές.	19
2.5 Η θαλάσσια επιφάνεια- παρακολούθηση των πλαστικών αποβλήτων που επιπλέουν στη θάλασσα	22
2.6 Παρακολούθηση πλαστικών απορριμμάτων σε ποτάμια και εκβολές ποταμών	24
2.7 Παρακολούθηση των πλαστικών στη στήλη του ύδατος και στον θαλάσσιο πυθμένα	27
2.7.1 Παρακολούθηση των επιπτώσεων των πλαστικών στην άγρια φύση	28
2.8 Μικροπλαστικά: παρακολούθηση των τάσεων	36
2.9 Εμπλοκή των πλαστικών αποβλήτων στην υγεία	39
2.9.1 Εμπλοκή ειδών άγριας θαλάσσιας πανίδας στα πλαστικά απόβλητα	43
2.9.2 Κατάποση πλαστικών απορριμμάτων	44
2.9.3 Κατάποση μικροπλαστικών	46
2.9.4 Υπο-θανατηφόρες επιπτώσεις της κατάποσης πλαστικών αποβλήτων	

	47
2.10 Πιθανός αντίκτυπος των χημικών ουσιών στην ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα	49
2.10.1 Τοξικά μονημερή	49
2.10.2 Πλαστικά πρόσθετα	50
2.10.3 Μέταλλα	55
2.10.4 Επίπεδο των γνώσεων και της έρευνας	56
2.11 Μικροπλαστικά: πιθανές τοξικές επιδράσεις	57
2.12 Συλλογή και μεταφορά άλλων μολυσματικών ουσιών από πλαστικά απόβλητα	58
2.13 Συσσώρευση μικροπλαστικών και μεταφορά χημικών ουσιών	65
2.14 Πλαστικά απόβλητα: επιπτώσεις σε ενδιαιτήματα	68
2.15 Ο ρόλος των πλαστικών απορριμμάτων στις εισβολές ξένων ειδών	71
2.16 Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις ως αποτέλεσμα των οικολογικών επιπτώσεων και των επιπτώσεων στην υγεία	72
2.17 Αντιδράσεις	75
2.17.1 Ποιος είναι υπεύθυνος για τα πλαστικά απορρίμματα;	76
2.17.2 Πρόληψη της παραγωγής πλαστικών	77
2.17.3 Πρόληψη της μετατροπής πλαστικών σε απορρίμματα	79
2.17.4 Διαχείριση αποβλήτων	81
2.17.5 Πλαστικά απορρίμματα: ένα διασυννοριακό ζήτημα	84
2.17.6 Μια κατάλληλη πολιτική για τα πλαστικά απορρίμματα με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία	86
2.17.7 Οδηγία πλαίσιο για τη θαλάσσια στρατηγική κατά των πλαστικών απορριμμάτων	88
2.18 Εντοπισμός και συμπλήρωση κενών γνώσης	89
2.18.1 Κενά γνώσης: δεδομένα παρακολούθησης	89

2.18.2 Κενά γνώσης: επιπτώσεις των χημικών ουσιών στο πλαστικό	92
2.18.3 Κενά γνώσης: επίπεδα έκθεσης σε χημικές ουσίες που σχετίζονται με τα πλαστικά απορρίμματα	94
3 Μεθοδολογία	96
3.1 Είδος ανάλυσης	97
3.2 Ποσότητες Ανακύκλωσης	97
3.3 Ερωτηματολόγιο	100
4 Ανάλυση Αποτελεσμάτων της Έρευνας και Προτάσεις Αντιμετώπισης του Προβλήματος	103
4.1 Αποτελέσματα Ανάλυσης Ποσοτήτων Ανακύκλωσης	103
4.2 Συμπεράσματα Ανάλυσης Ποσοτήτων Ανακύκλωσης	105
4.3 Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου	105
4.4 Συμπεράσματα Ερωτηματολογίου	107
4.5 Γενικά Συμπεράσματα	108
4.5 Τρόποι Αντιμετώπισης του Προβλήματος- Προτάσεις	108
5 Επίλογος	111
Βιβλιογραφία	113

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Τα πλαστικά απόβλητα αποτελούν μία ανησυχητική κατάσταση σε επίπεδο μόλυνσης του περιβάλλοντος και ειδικά της θάλασσας. Παρά το γεγονός ότι πρόσφατα υπήρξε μία μικρή μείωση στην παραγωγή πλαστικών, αυτή η μείωση στην παραγωγή πλαστικών είναι απίθανο να συνεχιστεί. Το πλαστικό είναι ένα εξαιρετικά χρήσιμο υλικό και οι εφαρμογές του αναμένεται να αυξηθούν καθώς τα περισσότερα νέα προϊόντα από πλαστικό έχουν αναπτυχθεί για να ανταποκριθούν στις σύγχρονες απαιτήσεις. Η αυξημένη χρήση και παραγωγή πλαστικών στις αναπτυσσόμενες και αναδυόμενες χώρες αποτελεί μία ιδιαίτερη ανησυχία, καθώς η πολυπλοκότητα των υποδομών διαχείρισης των αποβλήτων τους δεν αναπτύσσεται με κατάλληλο ρυθμό ώστε να αντιμετωπισθεί ταυτόχρονα και η αύξηση του επιπέδου των πλαστικών απορριμμάτων τους.

Η διαχείριση των απορριμμάτων στην ΕΕ έχει βελτιωθεί όσον αφορά στην ανακύκλωση και την ανάκτηση ενέργειας, αλλά υπάρχουν ακόμα πολλά που πρέπει να γίνουν. Στην καρδιά του προβλήματος βρίσκεται μία από τις πιο πολύτιμες ιδιότητες των πλαστικών: η ανθεκτικότητά του. Σε συνδυασμό με την κουλτούρα της άμεσης απόρριψης που έχει αναπτυχθεί

γύρω από πλαστικά προϊόντα, αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιούμε υλικά που έχουν σχεδιαστεί για να διαρκούν, αλλά τα χρησιμοποιούμε για βραχυπρόθεσμους σκοπούς (Hengstler et al.,2011).

Η κατάσταση των πλαστικών αποβλήτων είναι εξαιρετικά δύσκολη να αξιολογηθεί, για παράδειγμα στην ΕΕ των 27, η Νορβηγία και η Ελβετία παράγαν περίπου 24,9 μεγατόνους πλαστικών αποβλήτων, αλλά η κατανομή τους είναι δύσκολο να εξακριβωθεί (Mudgal et al. 2011). Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για το θαλάσσιο περιβάλλον, όπου η συνεχής κίνηση των ωκεανών, τόσο οριζόντια στην επιφάνεια, όσο και κάθετα εντός της στήλης ύδατος, καθιστά δύσκολη την απόκτηση μιας εικόνας με ακρίβεια.

Από την ανακάλυψη του Northern-Pacific Garbage- Patch, η έρευνα έχει διερευνήσει τις δίνες ως περιοχές συσσώρευσης πλαστικών αποβλήτων, καθώς και τις παραλίες και εκβολές των ποταμών. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την έρευνα των θαλάσσιων απορριμμάτων και σήμερα υπάρχουν πρωτοβουλίες για την εναρμόνιση αυτών. Αρκετές τυποποιημένες κατευθυντήριες γραμμές εποπτείας έχουν αναπτυχθεί, για παράδειγμα από την Σύμβαση του Όσλο-Παρισιού για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος του Βορειοανατολικού Ατλαντικού (OSPAR) και το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UNEP) (Lithner, Larsson και ο Dave, 2011).

Για την ξηρά, υπάρχουν λίγα στοιχεία σχετικά με το επίπεδο των πλαστικών απορριμμάτων και υπάρχει ανάγκη για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις πηγές και τις πιθανές διόδους στο περιβάλλον. Υπάρχει αυξανόμενη ανησυχία σχετικά με την παρουσία των μικρό-πλαστικών, τα οποία γενικά ορίζονται ως πλαστικά θραύσματα σε μέγεθος λιγότερο από 5mm. Αυτά παράγονται είτε από την αποδήμηση των μεγαλύτερων πλαστικών ή εναποτίθενται απευθείας ως πλαστικά που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί από τους καταναλωτές ή παράγονται από την χρήση τους σε διάφορα λειαντικά, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται σε ορισμένα καλλυντικά. Τα μικρό-πλαστικά είναι ιδιαίτερα δύσκολο να παρακολουθηθούν και μπορεί επίσης να επιφέρουν μεγαλύτερες

επιπτώσεις από τα μεγαλύτερα πλαστικά. Οι επιπτώσεις των πλαστικών αποβλήτων στην υγεία και το περιβάλλον μόλις πρόσφατα έχουν αρχίσει να γίνονται εμφανείς (Melzer, et al., 2010).

Οι περισσότερες γνώσεις αφορούν σε πλαστικά απόβλητα στο θαλάσσιο περιβάλλον. Βέβαια σήμερα υπάρχουν έρευνες που δείχνουν ότι τα πλαστικά απόβλητα σε χώρους υγειονομικής ταφής και σε συστήματα κακής διαχείρισης της ανακύκλωσης έχουν αντίκτυπο, κυρίως από τις χημικές ουσίες που περιέχονται στο πλαστικό. Στο θαλάσσιο περιβάλλον, οι πιο καλά τεκμηριωμένες επιπτώσεις αφορούν στην κατάποση των αποβλήτων από τους θαλάσσιους οργανισμούς και σε περιπτώσεις όπου οι οργανισμοί αυτοί μπλέκονται ή παγιδεύονται από τα απόβλητα. Άλλες λιγότερο γνωστές επιδράσεις είναι η μεταβολή των οικοτόπων και η μεταφορά ξενικών ειδών. Ίσως μία από τις πιο ανησυχητικές επιπτώσεις, είναι η επίδραση των χημικών ουσιών που σχετίζονται με τα πλαστικά απόβλητα.

Υπάρχουν αρκετές χημικές ουσίες μέσα στο πλαστικό υλικό που έχουν προστεθεί για να του προσδώσουν ορισμένες ιδιότητες όπως η δισφαινόλη Α, οι φθαλικοί εστέρες και τα επιβραδυντικά φλόγας. Αυτά όλα έχουν γνωστές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων και των ζώων, καθώς επηρεάζουν κυρίως το ενδοκρινικό σύστημα. Υπάρχουν επίσης τοξικά μονομερή, τα οποία έχουν συνδεθεί με τον καρκίνο και τα αναπαραγωγικά προβλήματα. Ο πραγματικός ρόλος των πλαστικών αποβλήτων στην πρόκληση αυτών των επιπτώσεων στην υγεία είναι αβέβαιος. Αυτό εν μέρει ισχύει επειδή δεν είναι σαφές ποιο επίπεδο έκθεσης προκαλείται από τα πλαστικά απόβλητα και εν μέρει επειδή δεν έχουν τεκμηριωθεί πλήρως οι μηχανισμοί με τους οποίους οι χημικές ουσίες από το πλαστικό μπορεί να έχουν επιπτώσεις στον άνθρωπο και τα ζώα. Η πιο πιθανή διαδρομή είναι μέσω της κατάποσης, μετά την οποία οι χημικές ουσίες θα μπορούσαν να βιοσυσσωρευθούν στην τροφική αλυσίδα, πράγμα που σημαίνει ότι οι οργανισμοί που βρίσκονται στην κορυφή ενδεχομένως να εκτίθενται σε υψηλότερα επίπεδα χημικών

ουσιών (Mouat, Lozano και Bateson, 2010).

Τα πλαστικά απόβλητα έχουν επίσης την δυνατότητα να προσελκύουν ρύπους, όπως τους οργανικούς ρύπους. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για το θαλάσσιο περιβάλλον, δεδομένου ότι πολλοί από αυτούς τους ρύπους είναι υδρόφοβοι, πράγμα που σημαίνει ότι δεν αναμειγνύονται με το νερό. Και πάλι, ο ρόλος των πλαστικών αποβλήτων στην επίδραση αυτών των τοξικών χημικών ουσιών είναι ασαφής.

Το πλαστικό θα μπορούσε ενδεχομένως να μεταφέρει αυτές τις χημικές ουσίες σε ένα κατά τα άλλα καθαρό περιβάλλον και όταν γίνεται πρόσληψη από τα ζώα, το πλαστικό προκαλεί την μεταφορά των χημικών ουσιών στο σύστημα του οργανισμού. Ωστόσο, σε ορισμένες συνθήκες το πλαστικό θα μπορούσε ενδεχομένως να λειτουργήσει ως μία δεξαμενή για ρύπους, καθιστώντας τα λιγότερο διαθέσιμα για την άγρια πανίδα, ιδιαίτερα εάν είναι θαμμένα στον βυθό.

Τα μικρό-πλαστικά έχουν μεγάλη αναλογία επιφάνειας προς όγκο και συνεπώς επιτρέπουν στα διάφορα χημικά να γίνονται περισσότερο διαθέσιμα στους οργανισμούς και το περιβάλλον σε σύγκριση με τις μεγαλύτερου μεγέθους πλαστικές ύλες. Ωστόσο, όταν γίνεται κατάποσή τους, τα μικρό-πλαστικά διέρχονται μέσω του πεπτικού συστήματος ταχύτερα από τα μεγαλύτερα πλαστικά, παρέχοντας πιθανόν λιγότερες ευκαιρίες στις χημικές ουσίες να απορροφηθούν από το κυκλοφορικό σύστημα (Moore, Itin και Zellers, 2011).

Αν και τα πλαστικά απόβλητα μπορεί να μην προκαλούν πάντα κάποια ανιχνεύσιμη βλάβη ή θάνατο ως μεμονωμένος παράγοντας, όταν συνδυάζονται με άλλες επιπτώσεις, όπως η ανεξέλεγκτη αλιεία ή οι πετρελαιοκηλίδες, μπορεί να συμβάλλουν σωρευτικά στις σοβαρές επιπτώσεις. Αυτές οι υπό-θανατηφόρες συνέπειες είναι δύσκολο να ελεγχθούν, αλλά παρόλα αυτά είναι σημαντικό να τις αναγνωρίσουμε. Η έρευνα έχει δείξει ότι ορισμένα είδη ή στάδια ανάπτυξης είναι πιο ευάλωτα στην κατάποση πλαστικών αποβλήτων και τις τοξικές επιδράσεις των χημικών ουσιών που σχετίζονται με αυτά.

Οι πολιτικές αντιμετώπισης που μπορούν να ληφθούν για τα πλαστικά απόβλητα έχουν πολλές μορφές και λειτουργούν σε πολλά επίπεδα, από τον καθαρισμό των παραλιών μέχρι και την απαγόρευση απόρριψης πλαστικών αποβλήτων στην θάλασσα και τον καθορισμό στόχων για την διαχείριση και την ανακύκλωση των αποβλήτων. Αρκετοί τρόποι αντιμετώπισης έχουν διερευνηθεί, όπως τα συστήματα απόρριψης, προκειμένου να ενθαρρύνεται η επιστροφή των πλαστικών και η πολλαπλή χρήση των πλαστικών, καθώς και η φορολόγηση των πλαστικών μιας χρήσης που δεν εμπίπτουν σε συστήματα επιστροφής συσκευασίας. Ωστόσο, αυτοί οι τρόποι έχουν μικρή εφαρμογή και απαιτείται περισσότερη έρευνα για να μεγιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητά τους και να διασφαλιστεί ότι δεν θα υπάρχουν δευτερογενή αποτελέσματα, εκτός από εκείνα για τα οποία προορίζονται (O'Brine και Thompson, 2010).

Τα πλαστικά απόβλητα έχουν την πρόσθετη επιπλοκή ότι εκτείνονται σε πολλούς τομείς πολιτικής, όπως η διαχείριση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, η διαχείριση των ακτών, η διαχείριση των αποβλήτων και στους κανονισμούς για τις χημικές ουσίες. Αυτό το εύρος αντιδράσεων είναι απαραίτητο για ένα τέτοιο παγκόσμιο πρόβλημα με τοπικές παραλλαγές και υπάρχει ανάγκη να εναρμονιστούν οι προσπάθειες και να συντονιστούν μεταξύ τους οι διάφοροι τομείς της πολιτικής.

Μια σειρά από εκθέσεις έχουν ζητήσει την καλύτερη εφαρμογή των υφιστάμενων πολιτικών. Η οδηγία πλαίσιο για την θαλάσσια στρατηγική έχει ορίσει τα «θαλάσσια απορρίμματα» ως μία από τις περιγραφές της καλής περιβαλλοντικής κατάστασης και έχουν προσδιοριστεί τέσσερις δείκτες οι οποίοι μπορούν να εφαρμοστούν για τα πλαστικά απόβλητα. Ωστόσο, μπορεί επίσης να υπάρξει χώρος για την εφαρμογή μίας πολιτικής που θα αφορά ειδικότερα τα πλαστικά απορρίμματα, ενώ θα εξακολουθεί να επιτρέπει την σύνδεση της με διάφορους τομείς πολιτικής (Possatto et al., 2011).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Κατά τα τελευταία 60 χρόνια, το πλαστικό αποτελεί ένα χρήσιμο και ευπροσάρμοστο υλικό με ευρύ φάσμα εφαρμογών. Οι χρήσεις του είναι πιθανό να αυξηθούν με τις τρέχουσες εξελίξεις στην βιομηχανία πλαστικών. Στο μέλλον, το πλαστικό θα μπορούσε να συμβάλει στην αντιμετώπιση ορισμένων εκ των πιο πιεστικών προβλημάτων του κόσμου, όπως η κλιματική αλλαγή και η έλλειψη τροφίμων. Για παράδειγμα, τα πλαστικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των στροφείων για ανεμογεννήτριες και σε σήραγγες που κατασκευάζονται από πολυαιθυλένιο μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη καλλιεργειών σε κατά τα άλλα δυσμενείς συνθήκες.

2.1 Εισαγωγή στη πλαστική ρύπανση

Καθώς η ζήτηση για υλικά με συγκεκριμένες ιδιότητες αυξάνεται, η βιομηχανία πλαστικών θα στοχεύει στην προσφορά τους. Εν τω μεταξύ, η

αύξηση της παραγωγής πλαστικών και χρήσης στις αναδυόμενες οικονομίες φαίνεται ότι θα συνεχιστεί και θα πρέπει να αναπτυχθούν αναλόγως υποδομές διαχείρισης αποβλήτων (Turner και Holmes, 2011).

Δυστυχώς, οι ιδιότητες των πλαστικών που τα καθιστούν τόσο πολύτιμα κάνουν την απόρριψή τους επίσης προβληματική, όπως για παράδειγμα η ανθεκτικότητα του πλαστικού υλικού, το μικρό βάρος και το χαμηλό κόστος. Σε πολλές περιπτώσεις, τα πλαστικά πετιούνται μετά από μία και μόνο χρήση, ιδιαίτερα η συσκευασία, αλλά επειδή το πλαστικό είναι ανθεκτικό παραμένουν στο περιβάλλον. Όταν το πλαστικό φτάνει στην θάλασσα, η χαμηλή πυκνότητά του σημαίνει ότι θα τείνει να παραμένει επί της επιφανείας.

Έχει αυξηθεί η προσοχή που δίδεται στα πλαστικά απόβλητα από τους ιθύνοντες χάραξης πολιτικής, τους επιστήμονες και τα μέσα ενημέρωσης και ίσως ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες ήταν η ανακάλυψη των Great Pacific Garbage Patch από τον Charles Moore στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Πρόκειται για ένα στρώμα σκουπιδιών που επιπλέουν ανάμεσα στην Καλιφόρνια και την Χαβάη και το οποίο έχει εκτιμηθεί ότι καλύπτει περίπου 3.43 εκ. τετραγωνικά χιλιόμετρα (όσο το μέγεθος της Ευρώπης). Αποτελείται κυρίως από πλαστικά και περιέχει τα πάντα, από μεγάλα πεταμένα δίχτυα αλιείας μέχρι πλαστικά μπουκάλια και μικροσκοπικά σωματίδια από πλαστικό (ή «μικρό-πλαστικά»). Αυτό το είδος της μάζας στις θάλασσες αποκαλείται και ως «πλαστική σούπα» και υπάρχουν ανησυχίες ότι η Ευρώπη φιλοξενεί παρόμοια στρώματα σε περιοχές όπως η Μεσόγειος και η Βόρεια Θάλασσα. Ως εκ τούτου, τα θαλάσσια απορρίμματα και τα πλαστικά απόβλητα αποτελούν προτεραιότητα στην ατζέντα της πολιτικής της ΕΕ (Zarfl et al., 2011).

Το πλαστικό είναι ακόμα ένα σχετικά νέο υλικό, πράγμα που σημαίνει ότι το πρόβλημα των πλαστικών αποβλήτων μόλις πρόσφατα έχει ξεκινήσει να αποτελεί πραγματικότητα όπως και η γνώση μας σχετικά με την περιβαλλοντική επιμονή του (Barnes et al., 2009). Ακόμη πιο πρόσφατη είναι η ανακάλυψη των πιθανών επιπτώσεων για την υγεία και το

περιβάλλον, όπως είναι οι επιπτώσεις από τις χημικές ουσίες που περιέχονται στα πλαστικά. Η παρακολούθηση των πλαστικών αποβλήτων και η έρευνα για τις επιπτώσεις τους βρίσκεται ακόμη στα σπάργαλα, αλλά μέχρι στιγμής οι επιπτώσεις προκαλούν την ανησυχία.

Η πολυπλοκότητα του θέματος ενισχύεται από την φύση των πλαστικών απορριμμάτων και την συνεχή κίνησή τους, ιδιαίτερα στην θάλασσα. Αυτό καθιστά δύσκολο τον προσδιορισμό των πηγών με βεβαιότητα και την αξιολόγηση των επιπτώσεων από μία συγκεκριμένη τοποθεσία ώστε να σχηματιστεί μία εικόνα για το παγκόσμιο επίπεδο.

Η περιεκτικότητα των πλαστικών αποβλήτων μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την τοποθεσία και την εποχή του χρόνου, ενώ οι επιπτώσεις μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα τα στάδια ζωής των ειδών και του ανθρώπου. Μέχρι στιγμής, η έρευνα που υπάρχει είναι κάπως αποσπασματική στην τεκμηρίωση της κατανομής και των επιπτώσεων των πλαστικών αποβλήτων. Προκειμένου για την αποτελεσματική ενημέρωση των πολιτικών που ακολουθούνται, θα πρέπει γίνει αντιπαραβολή των υφιστάμενων δεδομένων και μεγαλύτερη εναρμόνιση των μεθόδων έρευνας. Αυτό είναι επίσης αναγκαίο για την εφαρμογή και την παρακολούθηση της πολιτικής που ακολουθείται.

2.2 Πλαστικά απόβλητα: λόγοι χρήσης και πιέσεις

Το 2009 παράχθηκαν περίπου 230 εκατομμύρια τόνοι πλαστικού, και το 25% αυτών χρησιμοποιήθηκαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Mudgal et al, 2011). Αυτό αυξήθηκε σταδιακά στο χρονικό διάστημα από το 1950 μέχρι και το 2008. Συγκεκριμένα η αύξηση ήταν της τάξεως του 9% με μεγαλύτερη παραγόμενη ποσότητα το 2008 όπου ήταν 245 εκατομμύρια τόνοι πλαστικού. Μετά το 2008 υπήρξε μια ευρύτερη πτώση η οποία ήταν απόρροια της οικονομικής κρίσης, η οποία μείωσε την ποσότητα

παραγωγής πλαστικών (Plastic Europe, 2010).

Το 50% του πλαστικού χρησιμοποιείται για υλικά συσκευασίας, σε γεωργικές εργασίες και για την παραγωγή καταναλωτικών αγαθών (Hopewell et al, 2009). Οι οδηγοί χρήσης πλαστικού είναι α) οι βελτιωμένες φυσικές και χημικές ιδιότητες σε σύγκριση με τις εναλλακτικές λύσεις, β) το χαμηλό κόστος και γ) η δυνατότητα μαζικής παραγωγής. Ο λόγος για την μείωση της χρήσης του πλαστικού είναι η ανάγκη για ελαχιστοποίηση της χρήσης φυσικών πόρων (Kershaw et al., 2011).

Μια μελέτη έχει δείξει ότι η χρήση πλαστικών οδηγεί σε σημαντικά μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη χρήση εναλλακτικών υλικών (Pilz et al., 2010). Με άλλα λόγια, το πλαστικό έχει ξεπεράσει άλλα υλικά για ορισμένες λειτουργίες ενώ τα συγκριτικά του πλεονεκτήματα μπορεί να αυξάνονται όσο βελτιώνεται η τεχνολογία.

Τα προϊόντα που χρησιμοποιούν πλαστικά έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής. Ειδικά τα ηλεκτρονικά προϊόντα παράγουν περισσότερα πλαστικά απόβλητα, δεδομένης της μικρής διάρκειας ζωής τους. Ένα βασικό παράδειγμα είναι το κινητό τηλέφωνο: τα πλαστικά συστατικά του περιέχουν αρκετές τοξικές ουσίες (Nnorom & Osibanjo, 2009). Παρόλο που οι ουσίες αυτές δεν είναι σε επίπεδα που προκαλούν άμεσο κίνδυνο, όσο οι ποσότητες αυτές αυξάνονται τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα ρύπανσης του περιβάλλοντος, αλλά και τόσες περισσότερες είναι οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

Όπως προαναφέρθηκε η παραγωγή πλαστικών έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια, ωστόσο αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να αρχίσει να αυξάνεται και πάλι στο μέλλον, καθώς οι εφαρμογές σε επίπεδο πλαστικών υλικών παρουσιάζουν μια αύξηση στις αναπτυσσόμενες και αναδυόμενες οικονομίες (Global Industry Analysts, 2011).

Η κακή διαχείριση των αποβλήτων μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση των πλαστικών αποβλήτων τα οποία με κακή διαχείριση μπορεί να έχουν

αρνητική επίπτωση για τη φύση και για τον άνθρωπο. Το συγκεκριμένο υλικό μπορεί να διασπαστεί στο περιβάλλον, μπορεί να είναι διαχειρίσιμο με τη χρήση της υγειονομικής ταφής. Αυτό όμως δεν είναι δυνατόν να συμβεί αν το προϊόν είναι σε ψυχρή θερμοκρασία στο βυθό της θάλασσας, με αποτέλεσμα να προκαλέσει μόλυνση του υδάτινου στοιχείου (Kershaw et al, 2011). Με βάση τα παραπάνω και θέτοντας το θεωρητικό πρότυπο της παρούσας μελέτης γίνεται κατανοητό ότι από τη μια το πλαστικό είναι ένα πολύ χρήσιμο και οικονομικά ισχυρό υλικό, στον αντίποδα είναι ικανό να προκαλέσει μόλυνση του περιβάλλοντος και ειδικά του υδάτινου στοιχείου.

Οι περισσότεροι τύποι πλαστικού δεν είναι βιοδιασπώμενοι. Ορισμένα πλαστικά είναι σχεδιασμένα να είναι βιοδιασπώμενα και μπορούν να διασπαστούν σε ελεγχόμενο περιβάλλον, όπως με υγειονομική ταφή, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι αυτό θα συμβεί κάτω από άλλες συνθήκες, ειδικά σε ωκεανούς όπου η θερμοκρασία είναι πιο κρύα (Song et al., 2009). Ακόμη και αν το πλαστικό τελικά βιοδιασπάται, θα διασπαστεί προσωρινά σε μικρότερα θραύσματα, τα οποία στην συνέχεια παράγουν τα λεγόμενα μικροπλαστικά. Αυτά έχουν ένα συγκεκριμένο και σημαντικό σύνολο επιπτώσεων (O'Brine & Thompson, 2010).

2.2.1 Πηγές πλαστικών αποβλήτων

Τα πλαστικά απόβλητα αποτελούν ένα παγκόσμιο πρόβλημα, με περιφερειακή εστίαση και σήμερα εμφανίζεται σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Αυτό ισχύει περισσότερο για τα θαλάσσια πλαστικά απόβλητα τα οποία μπορούν να ταξιδεύουν μεγάλες αποστάσεις επιπλέοντας στην θάλασσα. Ακόμα μπορούν να μεταφέρονται από θαλάσσιους οργανισμούς οι οποίοι συνηθίζουν να καταπίνουν πλαστικά είδη ή να μεταφέρονται από τα θαλάσσια ρεύματα (Plastics Europe, 2009 ,p.1).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθεί να αντιμετωπίσει το παρόν πρόβλημα μέσα από σχετικές οδηγίες, οι οποίες αφορούν στην διαχείριση των

αποβλήτων. Προκειμένου όπως αναφέρουν οι αρμόδιοι στην Ευρώπη να αναπτυχθούν αποτελεσματικές στρατηγικές πρόληψης, είναι σημαντικό να υπάρξουν συγκεκριμένες πολιτικές διαχείρισης και το βασικό να εντοπιστεί η πηγή του προβλήματος ώστε να βρεθεί και τρόπος αντιμετώπισης του.

Ένα βασικό παράδειγμα αυτής της διαδικασίας είναι η οδηγία για τη θαλάσσια στρατηγική, η λεγόμενη θαλάσσια στρατηγική πλαίσιο η οποία καθορίζει μέτρα αντιμετώπισης της συγκεκριμένης ρύπανσης, καθορίζει μέτρα και αντίμετρα, ενώ θέτει ένα πλαίσιο για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής κατάστασης μέχρι και το 2020. Αυτό σίγουρα απαιτεί συνεχή παρακολούθηση, ανάπτυξη σχετικών οδηγιών και δεικτών που θα βοηθήσουν να βελτιωθεί η παρούσα κατάσταση, ενώ θα δώσει μια δυναμική διέξοδο για το μέλλον.

Το όργανο της Ε.Ε, που ασχολείται με το συγκεκριμένο πεδίο έχει εντοπίσει 11 διαφορετικές οπτικές του προβλήματος σε σχέση με τα πλαστικά απορρίμματα και σε σχέση με την επίδραση που έχουν στο περιβάλλον, ακόμα δόθηκαν κάποιες συγκεκριμένες δράσεις αντιμετώπισης του φαινομένου με στόχο τη βελτίωση της παρούσης δυσμενής κατάστασης.

Ένα βασικό συμπέρασμα είναι ότι η πηγή των πλαστικών αποβλήτων είναι από τη μια τα ναυάγια που συμβαίνουν κατά καιρούς στη θάλασσα και από την άλλη που είναι και το βασικό πρόβλημα ο άνθρωπος ο οποίος πετά χωρίς σκέψη μεγάλες ποσότητες πλαστικών απορριμμάτων στη θάλασσα. Το 80% του προβλήματος παράγεται από τον άνθρωπο και μόλις το 20% από τα ναυάγια, από μη αναμενόμενες δηλαδή καταστάσεις (Sheavily,2005).

Οι κυρίες χερσαίες πηγές πλαστικών αποβλήτων είναι η απαλλαγή όμβριων υδάτων, η υπερχειλίση αποχετεύσεων ο τουρισμός, η παράνομη απόθεση, οι βιομηχανικές δράσεις κ.λ.π. Ακόμα πρόβλημα είναι η υγειονομική ταφή (Allsoppe et al,2006). Πρόβλημα και πηγή αποβλήτων αποτελούν τα σκάφη αναψυχής, τα κρουαζιερόπλοια, οι ερευνητικές και στρατιωτικές αποστολές αλλά και οι εξορύξεις πετρελαίου και άλλων

ενεργειακών πόρων. Πρόβλημα αποτελούν και οι πλατφόρμες φυσικού αερίου (Sheavily and Register, 2007).

Το 60%-80% των αποβλήτων που εντοπίζονται στις παραλίες και είτε επιπλέουν στην επιφάνεια της θάλασσας είτε βρίσκονται στον πυθμένα αυτής θάλασσας είναι πλαστικά (Derraik, 2002, Barnes and Milner 2005).

Η διαχείριση αποβλήτων διαφέρει από χώρα σε χώρα. Ένας από τους πιο σημαντικούς κανονισμούς της ΕΕ για την διαχείριση των αποβλήτων είναι η οδηγία περί υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων (1999), η οποία θέτει στόχους για την εκτροπή των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων από τους χώρους υγειονομικής ταφής, επιτρέποντας στα κράτη μέλη να επιλέγουν τις δικές τους στρατηγικές για την επίτευξη αυτών των στόχων. Ωστόσο, δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι στόχοι για την εκτροπή πλαστικών αποβλήτων.

Μία επανεξέταση της οδηγίας από την ΕΕ (Herczeg et al., 2009) σε πέντε χώρες της ΕΕ και σε μία περιοχή (Εσθονία, Φινλανδία, Γερμανία, Ουγγαρία και Ιταλία και στην Φλαμανδική περιφέρεια του Βελγίου) έδειξε ότι υπήρξε γενικά πτώση της ποσότητας των απορριμμάτων που προορίζονται για υγειονομική ταφή από το 1999 έως το 2006. Τα ξεχωριστά στοιχεία από μία έκθεση (Plastics Europe, 2009) έδειξαν ότι, παρά την ετήσια αύξηση κατά 3% των πλαστικών απορριμμάτων μετά την κατανάλωση στην ΕΕ των 15 κατά την τελευταία δεκαετία, οι ποσότητες απορριμμάτων στους χώρους υγειονομικής ταφής αυξήθηκαν μόνο κατά 1,1% ετησίως, χάρη στην αύξηση της ανακύκλωσης και της ανάκτησης ενέργειας.

Οι πηγές παραγωγής πλαστικών απορριμμάτων ποικίλλουν ανάλογα με την περιοχή, καθώς για παράδειγμα η ναυτιλία και η αλιεία συμβάλλουν σημαντικά στην παραγωγή απορριμμάτων στην περιοχή της Ανατολικής Ασίας και στην νότια Βόρεια Θάλασσα (Kershaw et al., 2011), ενώ ο τουρισμός αποτελεί μείζονα πηγή απορριμμάτων στην περιοχή της Μεσογείου.

Τα πλαστικά απορρίμματα συσσωρεύονται σε ορισμένα σημεία της

θάλασσας, όπως στις δίνες οι οποίες είναι μεγάλα περιστρεφόμενα ρεύματα με χαμηλότερο θαλάσσιο επίπεδο κοντά στο κέντρο τους. Υπάρχουν πέντε μεγάλες δίνες στον κόσμο: στον Βόρειο Ειρηνικό, στον Νότιο Ειρηνικό, στον Ινδικό Ωκεανό, στον Βόρειο Ατλαντικό και στον Νότιο Ατλαντικό. Αυτές οι δίνες λειτουργούν ως ζώνες συσσώρευσης θαλάσσιων απορριμμάτων, τα οποία ωθούνται στο κέντρο όπου οι άνεμοι και τα ρεύματα είναι ασθενέστερα (Moore et al., 2001).

Τα ρεύματα, η δράση των κυμάτων και η φύση της υφαλοκρηπίδας και του θαλασσιού ύδατος επηρεάζουν επίσης την διανομή των πλαστικών απορριμμάτων. Τα λιμάνια και οι εκβολές ποταμών κοντά στις αστικές περιοχές τείνουν να προσελκύουν μεγάλες ποσότητες πλαστικών απορριμμάτων από πηγές αναψυχής και άλλες χερσαίες πηγές, ενώ οι πιο απομακρυσμένες παραλίες τείνουν να γεμίζουν με υπολείμματα αλιείας (Derraik, 2002). Αυτό επιβεβαιώνεται από τα ευρήματα μιας μελέτης σε μια προστατευμένη περιοχή στην βορειοανατολική Βραζιλία (Ivado Sul et al., 2011), η οποία έδειξε ότι το 70% των απορριμμάτων στις κατοικημένες παραλίες προέρχεται από τοπικές πηγές, κυρίως τουριστικές δραστηριότητες, ενώ στις μη δημοφιλείς παραλίες οι μη τοπικές πηγές αντιπροσωπεύουν το 70% των πλαστικών απορριμμάτων, κυρίως από την αλιεία και τις οικιακές δραστηριότητες, όπως τα οικιακά απόβλητα που καταλήγουν στην θάλασσα από τα ποτάμια, καθώς και τα απόβλητα από την διέλευση πλοίων.

Αν και είναι σημαντικό να προσδιοριστούν οι πηγές των πλαστικών απορριμμάτων για την ανάπτυξη και την παρακολούθηση των πολιτικών αντιμετώπισής τους, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η διάκριση μεταξύ χερσαίων και θαλάσσιων πηγών δεν έχει καμία σημασία για την πρόληψη, καθώς όλα τα πλαστικά παράγονται στην ξηρά. Προκειμένου να μειωθούν οι συνολικές ποσότητες πλαστικών απορριμμάτων, οι μεγαλύτερες προσπάθειες θα πρέπει να καταβληθούν στην ξηρά.

2.2.2 Κατηγορίες πλαστικών απορριμμάτων

Η κατηγοριοποίηση μπορεί να βοηθήσει να γίνουν κατανοητά τα είδη των πλαστικών απορριμμάτων και να εντοπιστούν οι πηγές τους. Ωστόσο, οι περισσότερες κατηγοριοποιήσεις έχουν έναν σκοπό και τα απορρίμματα συχνά κατηγοριοποιούνται έχοντας κάποιο συγκεκριμένο στόχο. Για παράδειγμα, μια κατηγοριοποίηση απορριμμάτων που σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης θα αναγνωρίζει συνήθως τα ανακυκλωμένα πλαστικά (Barnes et al., 2009).

Η κατηγοριοποίηση μπορεί επίσης να εξαρτάται από την πολιτική, για παράδειγμα οι Moore et al. (2011) διεξήγαγαν μια μελέτη για τα πλαστικά απορρίμματα σε δύο ποτάμια της Καλιφόρνιας κατηγοριοποιώντας τα κομμάτια ως κάτω ή πάνω από 4,5mm, επειδή ο νόμος της Καλιφόρνια ορίζει ως σκουπίδια τα απορρίμματα με μέγεθος 5mm ή μεγαλύτερα.

Μία από τις πιο θεμελιώδεις κατηγοριοποιήσεις είναι τα πλαστικά απορρίμματα πριν και μετά την κατανάλωση. Τα πλαστικά απορρίμματα πριν από την κατανάλωση παράγονται κατά την διάρκεια των διαδικασιών παρασκευής ή μετατροπής, ενώ τα πλαστικά απορρίμματα μετά την κατανάλωση παράγονται μετά την κατανάλωση ή την χρήση ενός προϊόντος. Τα απορρίμματα πλαστικών προ κατανάλωσης αποτελούνται συχνά από μικρά σφαιρίδια που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μεγαλύτερων πλαστικών αντικειμένων. Πολλά στατιστικά στοιχεία αφορούν στα πλαστικά απορρίμματα μετά την κατανάλωση. Η εκτίμηση για το 2008 ήταν ότι οι χώρες της ΕΕ των 27, η Νορβηγία και η Ελβετία θα παράγαγαν συνολικά 24,9 μεγατόνους πλαστικών απορριμμάτων μετά την κατανάλωση (Plastics Europe, 2009). Αυτά κατηγοριοποιήθηκαν περαιτέρω ανάλογα με την χρήση τους (Σχήμα 4).

Στην θάλασσα, τα πλαστικά απορρίμματα ταξινομούνται συχνά σε μακρο-πλαστικά (διαμέτρου άνω των 20mm), μέσο-πλαστικά (διαμέτρου ίσου με 5-20mm) και μικρό-πλαστικά (διαμέτρου κάτω των 5mm). Τα πολύ μικρά μικρό-πλαστικά είναι ελάχιστα ανιχνεύσιμα και για

πρακτικούς σκοπούς τα μικρό-πλαστικά συνήθως ορίζονται ως αυτά που το μέγεθός τους κυμαίνεται από 5mm έως 333 μικρόμετρα (μm). Πρακτικά, αυτό είναι το κατώτατο όριο επειδή χρησιμοποιούνται συνήθως δίκτυα μήκους 333 μm («δίκτυα Neuston») για την δειγματοληψία (Arthur et al., 2009). Ωστόσο, μέθοδοι όπως η φασματοσκοπία υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier, μπορούν να ανιχνεύσουν σωματίδια μικρότερα από 1,6 μm . Τα μικρό-πλαστικά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν περαιτέρω ανάλογα με τον τύπο του αντικειμένου, για παράδειγμα, μπουκάλι, σακούλα ή καπάκι.

2.2.3 Τάσεις στα πλαστικά απορρίμματα με την πάροδο του χρόνου

Είναι δύσκολο να βρεθούν σαφή πρότυπα στις ποσότητες πλαστικών απορριμμάτων με την πάροδο του χρόνου. Σε ορισμένες περιοχές και σε ορισμένα χρονοδιαγράμματα φαίνεται να υπάρχει αύξηση, ενώ σε άλλες μπορεί να υπάρξει βραχυπρόθεσμη μείωση και στην συνέχεια σταθεροποίηση. Αυτό αποδεικνύεται από τα πορίσματα της έρευνας OSPAR. Μέχρι στιγμής, δεν έχουν βρεθεί μελέτες για την συνεχιζόμενη μείωση της ποσότητας πλαστικών στους ωκεανούς με την πάροδο του χρόνου και η πλειονότητα των μελετών δείχνει σημαντική μεταβλητότητα μεταξύ των ημερομηνιών δειγματοληψίας και ως εκ τούτου δεν παρέχουν επαρκείς αποδείξεις για τις τάσεις ως προς τον χρόνο.

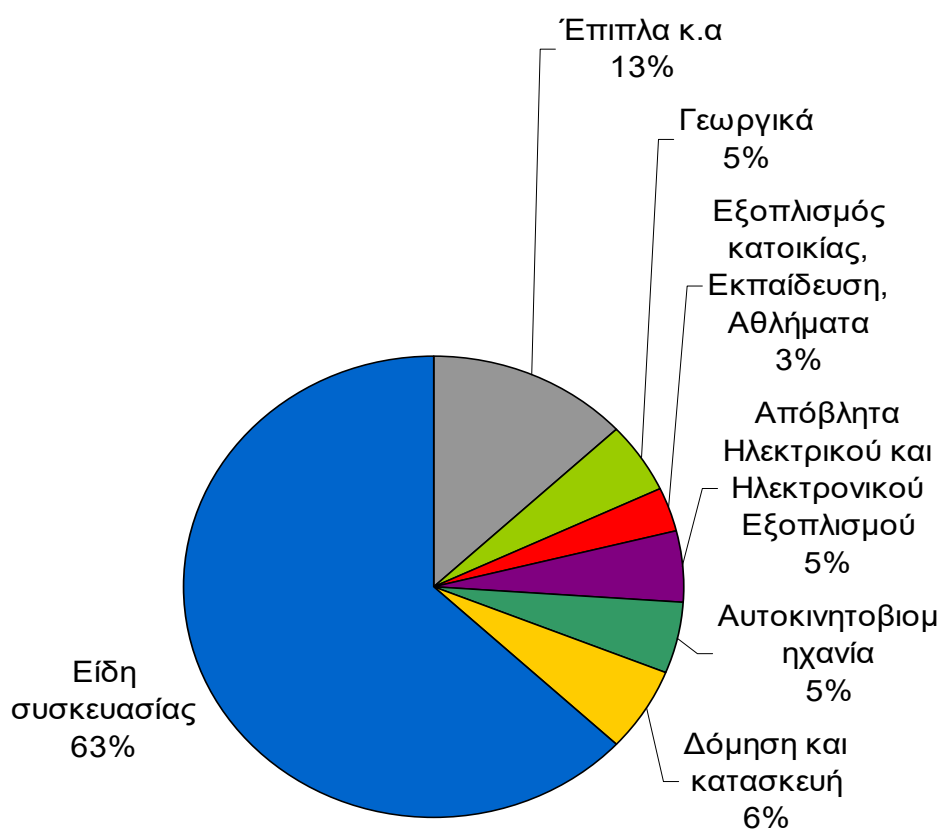
Τα δεδομένα παρακολούθησης προέρχονται κυρίως από παραλίες ή από επιφανειακά ύδατα. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα πλαστικά βυθίζονται από την επιφάνεια της θάλασσας στον πυθμένα με σημαντικές ποσότητες να παρατηρούνται από υποβρύχια. Υπάρχουν επίσης αναφορές πλαστικών που συσσωρεύονται κάτω από την επιφάνεια σε ιζήματα παραλίας. Ως εκ τούτου, η μετακίνηση των πλαστικών συντριμμιών μακριά από τα διαμερίσματα που παρακολουθούνται θα επηρεάσει επίσης την

ικανότητά μας να εντοπίζουμε τις υποκείμενες τάσεις στην συσσώρευση πλαστικών συντριμμιών (Thompson, 2011). Καθώς το πλαστικό κατασκευάζεται συνεχώς και είναι δύσκολο να αποικοδομηθεί, τα πλαστικά απορρίμματα θα μπορούσαν να μετακινούνται σε περιοχές όπου δεν μπορούν να παρακολουθούνται, είτε σε απρόσιτη θέση (θαμμένα ή βαθιά στην θάλασσα) είτε επειδή έχουν καταναλωθεί από τα ζώα. Θα μπορούσαν επίσης να μετατραπούν σε μικροπλαστικά που είναι πιο δύσκολο να παρακολουθηθούν.

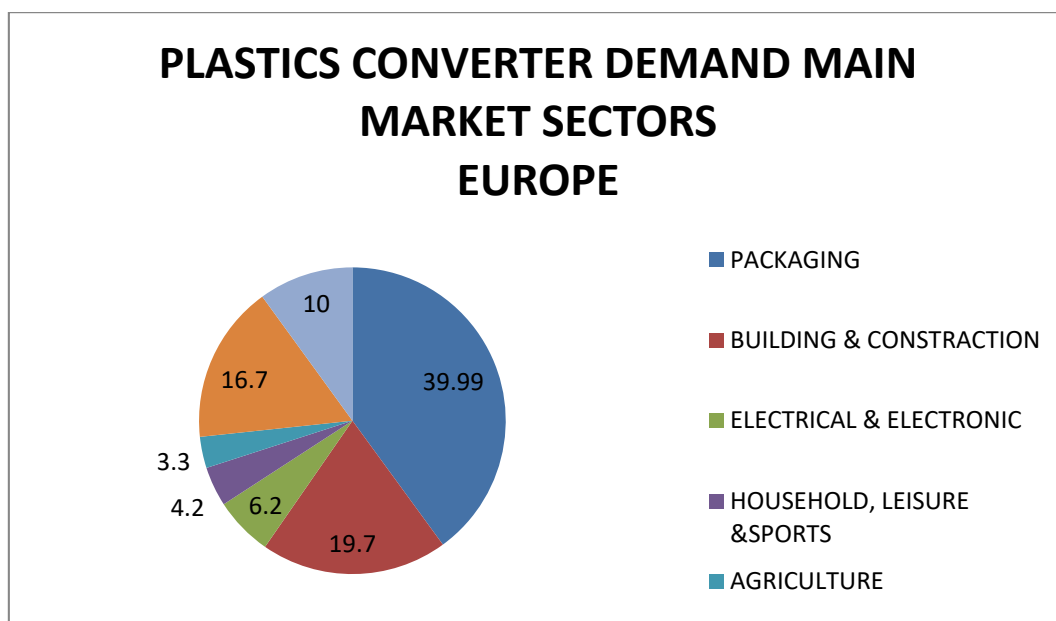
2.3 Μικρό-πλαστικά: πηγές και κατηγορίες

Τα μικρό-πλαστικά αποτελούν ένα σημαντικό ζήτημα στα πλαστικά απορρίμματα, εν μέρει επειδή είναι πιο δύσκολο να παρακολουθηθούν και εν μέρει επειδή μπορεί να επιφέρουν μεγαλύτερες επιπτώσεις σε χημικό και φυσικό επίπεδο στα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία, λόγω του μεγέθους τους και της μεγάλης αναλογίας όγκου προς επιφάνεια.

Στον ωκεανό και στην ξηρά, τα πλαστικά τείνουν να κατακερματίζονται σε μικρότερα σωματίδια. Αυτό μπορεί να ενισχυθεί από την δράση της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV), των κυμάτων και του ανέμου. Στους χώρους υγειονομικής ταφής, η οξύτητα των στραγγισμάτων και οι χημικές ουσίες μπορούν να διασπάσουν τα πλαστικά. Στην θάλασσα, το νερό απορροφά και διασκορπίζει την υπεριώδη ακτινοβολία, έτσι ώστε τα πλαστικά που επιπλέουν κοντά στην επιφάνεια να διασπώνται πιο γρήγορα από αυτά που βρίσκονται σε βάθος. Για αυτά που βρίσκονται στον βυθό της θάλασσας, η διάσπαση είναι σημαντικά πιο αργή, καθώς δεν υπάρχει υπεριώδης ακτινοβολία και οι θερμοκρασίες είναι πιο κρύες.



Εικόνα 1 Ποσοστό των απορριμμάτων μετά την κατανάλωση στην ΕΕ των 27, στην Νορβηγία και στην Ελβετία σύμφωνα με την λειτουργία (2008). Πηγή: Mudgal *et al.* (2011) *Plastic Waste in the Environment*.



Διάγραμμα 1 Απαιτήσεις πλαστικού σε τομείς της αγοράς των EU28, NO/CH το

2016. Πηγή: Plastics Europe, 2017

Τα πλαστικά θραύσματα μπορεί επίσης να προέρχονται από την χρήση πλαστικών σωματιδίων ως λειαντικά μέσα «αμμοβολής» και καλλυντικών απολέπισης (Barnes et al., 2009; Andrady, 2011), από την διαρροή πλαστικών σφαιριδίων προπαραγωγής και σκονών που χρησιμοποιούνται για την χύτευση πλαστικών αντικειμένων, καθώς και από πλαστικά αντικείμενα που τεμαχίστηκαν σκόπιμα πάνω στο πλοίο για να αποκρυφτούν τα πλαστικά απορρίμματα μέσα στα απόβλητα των τροφίμων (Barnes et al., 2009). Αυτές οι πηγές είναι γνωστές ως πρωτογενείς μικρό-πλαστικές πηγές, ενώ τα δευτερογενή μικροπλαστικά είναι εκείνα που σχηματίζονται από την διάσπαση μεγαλύτερου πλαστικού υλικού (Arthur et al., 2009). Η σχετική σημασία των πρωτογενών και δευτερογενών πηγών μικρό-πλαστικών για το περιβάλλον είναι άγνωστη και η αντιμετώπιση αυτού του κενού θα μπορούσε να βοηθήσει στην ενημέρωση των μέτρων για τον μετριασμό και την πρόληψη της ρύπανσης μικρό-πλαστικών (Arthur et al., 2009).

Ο Andrady (2011) παρέχει μια ολοκληρωμένη ανασκόπηση των διαδικασιών διάσπασης των πλαστικών σε θαλάσσιες συνθήκες και την προέλευση των μικρό-πλαστικών. Η ανασκόπηση εγείρει την έννοια των νάνο-πλαστικών. Πρόκειται για κατασκευασμένα πλαστικά νάνο-σωματίδια που προέρχονται από υπολείμματα μετά την κατανάλωση μέσω της αποδόμησης. Αν και δεν έχουν ποσοτικοποιηθεί ακόμα, η ανασκόπηση υποδηλώνει ότι δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η διάβρωση του πλαστικού μπορεί να προκαλέσει σωματίδια νάνο-κλίμακας, τα οποία θα μπορούσαν ενδεχομένως να απορροφηθούν εύκολα από το φυτοπλαγκτόν και το ζωοπλαγκτόν (Andrady, 2011).

Μια άλλη πιθανή δευτερογενής πηγή αποδόμησης σε μικροπλαστικά είναι μέσω της πέψης, η οποία επίσης μεταφέρει πλαστικά απορρίμματα. Για παράδειγμα, ο Van Franeker (2011) αναφέρει ότι ένας τύπος θαλάσσιου πτηνού (φουλμάρος) μειώνει το μέγεθος των πλαστικών σωματιδίων στο μυϊκό στομάχι του και τα εκκρίνει πίσω στο περιβάλλον με την μορφή

μικροπλαστικών. Εκτιμάται ότι τα πτηνά αυτά αναμορφώνουν και αναδιανέμουν περίπου 630 εκατομμύρια πλαστικά σωματίδια κάθε χρόνο, αντιπροσωπεύοντας περίπου έξι τόνους πλαστικής μάζας.

2.4 Κατάσταση των πλαστικών απορριμμάτων στο περιβάλλον

Καθώς η παραγωγή και η χρήση πλαστικών έχει αυξηθεί με την πάροδο των ετών, ένα μεγάλο μέρος των πλαστικών απορριμμάτων έχει συσσωρευτεί στο περιβάλλον. Ως ανθεκτικό υλικό, είναι επίσης διαρκές. Τα ποσοστά ανακύκλωσης και ανάκτησης μπορεί να βελτιώνονται, αλλά η πραγματική ποσότητα παραγόμενων πλαστικών απορριμμάτων παραμένει περίπου η ίδια και προστίθεται στα υφιστάμενα απόβλητα.

Υπάρχουν λίγες πληροφορίες σχετικά με τα ποσά, τα ποσοστά, την τύχη ή τις επιπτώσεις των πλαστικών απορριμμάτων στην ξηρά, ενώ έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες για τον ποσοτικό προσδιορισμό των επιπτώσεων στις ακτές και στην θάλασσα (Barnes et al., 2009). Εάν δεν ανακυκλώνονται ή δεν ανακτώνται, τα περισσότερα πλαστικά απόβλητα διατίθενται στους χώρους υγειονομικής ταφής όπου, αν και δεν είναι ορατά, ενδέχεται να έρχονται στην επιφάνεια ως απορρίμματα. Επιπλέον, οι συνθήκες στους χώρους υγειονομικής ταφής ενδέχεται να προκαλέσουν την ευκολότερη διάθεση στο περιβάλλον των χημικών που περιέχονται στα πλαστικά. Αυτό προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου η διαχείριση των χώρων υγειονομικής ταφής δεν παρακολουθείται στενά όπως στην ΕΕ.

2.4.1 Μεταξύ της ξηράς και της θάλασσας - Παρακολούθηση πλαστικών αποβλήτων στις ακτές

Παρόλο που είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η πηγή και ο τύπος των πλαστικών στην θάλασσα, ιδίως εάν το πλαστικό έχει αποδομηθεί ή

μερικώς αποδομηθεί από το ηλιακό φως, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για την παρακολούθηση των πλαστικών απορριμμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένων των ερευνών στην ακτή, των ερευνών στην θάλασσα και της παρακολούθησης των ειδών που επηρεάζονται από τα πλαστικά απορρίμματα.

Οι έρευνες των ακτών διαφέρουν ως προς τα πρωτόκολλα δειγματοληψίας. Για παράδειγμα, μπορούν να καταγράψουν τον αριθμό των αντικειμένων ή και της μάζας των απορριμμάτων και μπορεί να διαφέρουν ως προς τις καλυπτόμενες περιοχές και το εάν περιλαμβάνουν απορρίμματα που έχουν θαφτεί στην άμμο. Υπάρχει συζήτηση σχετικά με το κατά πόσο πρέπει να καταγράφονται τα αποθέματα πλαστικών απορριμμάτων, δηλαδή φωτογραφικά στιγμιότυπα πλαστικών απορριμμάτων σε χρονικά σημεία ή ποσοστά συσσώρευσης, δηλαδή η ποσότητα των συσσωρευμένων πλαστικών απορριμμάτων ανά μονάδα χρόνου. Το τελευταίο απαιτεί έναν αρχικό καθαρισμό της περιοχής, κάτι που είναι δύσκολο, ιδιαίτερα για τα μικροπλαστικά.

Η παρακολούθηση των πλαστικών απορριμμάτων συνήθως συμπεριλαμβάνεται στην παρακολούθηση των γενικών θαλάσσιων απορριμμάτων. Το δοκιμαστικό σχέδιο OSPAR (Σύμβαση του Όσλο-Παρισίων για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος του Βορειοανατολικού Ατλαντικού) για την παρακολούθηση των σκουπιδιών στις παραλίες στην Βόρεια Θάλασσα απετέλεσε ένα από τα πρώτα έργα σε ολόκληρη την Ευρώπη για την ανάπτυξη μιας τυποποιημένης μεθόδου παρακολούθησης των θαλάσσιων απορριμμάτων που βρίσκονται στις παραλίες. Προσδιόρισε τις πηγές και τις ποσοτικές τάσεις των θαλάσσιων απορριμμάτων στις παραλίες εννέα χωρών στο πλαίσιο του δικτύου OSPAR.

Επιβεβαίωσε ότι ο κυρίαρχος τύπος απορριμμάτων στην θάλασσα είναι τα πλαστικά. Στις μεγάλες ακτές της Βόρειας Θάλασσας, τα πλαστικά κυριαρχούν με τα υψηλότερα επίπεδα να εντοπίζονται στον βορρά, όπου αποτελούν το 80% των απορριμμάτων στις παραλίες. Κατά μέσο όρο

υπήρχαν 900 αντικείμενα απορριμμάτων ανά 100 μ. παραλίας. Χαμηλότερα ποσοστά πλαστικών έχουν βρεθεί πιο νότια, όπου αποτελούν το 75% των αντικειμένων στην νότια ακτή της Βόρειας Θάλασσας (400 αντικείμενα ανά 100 μ.), το 70% στην ακτή της Κελτικής Θάλασσας (650 αντικείμενα ανά 100m) και το 62% στην Ιβηρική ακτή και στον Βισκαϊκό Κόλπο (200 αντικείμενα ανά 100 μ.) (OSPAR, 2007). Αυτά τα πλαστικά αντικείμενα κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με τον τύπο τους όπου κυριαρχούσαν τα κομμάτια πλαστικού / πολυστυρενίου μικρότερα των 50 cm.

Οι συνολικές ποσότητες πλαστικών απορριμμάτων στις παραλίες του δικτύου OSPAR παρουσιάζουν διακυμάνσεις μεταξύ των ετών 2001 και 2006 χωρίς να υπάρχει κάποιο διακριτό πρότυπο. Η σύνθεση των πλαστικών απορριμμάτων έχει αλλάξει επίσης, ιδιαίτερα για την κατηγορία πλαστικών/πολυστυρενίων. Είναι δύσκολο να βρεθεί μια σταθερή τάση συν των χρόνων για τα πλαστικά απορρίμματα τόσο στις παραλίες όσο και στην θάλασσα. Αυτή η έλλειψη προτύπου είναι πιθανό να οφείλεται εν μέρει επειδή τα πλαστικά απορρίμματα στο θαλάσσιο περιβάλλον βρίσκονται πάντοτε σε κίνηση, καθώς επιπλέουν διαρκώς. Οι Barnes και Milner (2005) δεν εντόπισαν κάποια σταθερή τάση στα απορρίμματα στις ακτές του βόρειου ημισφαιρίου, αλλά υπήρχαν αυξανόμενες πυκνότητες σε όλη την δεκαετία του 1980, του 1990 και στις αρχές του 2000 στο νότιο ημισφαίριο με τις υψηλότερες αυξήσεις να εντοπίζονται στα υψηλότερα νότια γεωγραφικά πλάτη. Τα πιο πρόσφατα δεδομένα (Barnes et al., 2009) υποδηλώνουν ότι τα πρότυπα συσσώρευσης απορριμμάτων μπορεί να σταθεροποιούνται στα νησιά (Νότια Όρκνεϊ, Νότια Γεωργία και ΒΔ Χαβάη).

Μια σχετικά νέα μέθοδος έρευνας συνδυάζει την χρήση αεροφωτογραφιών και επιτόπιων μετρήσεων. Υπολογίζει την μάζα των απορριμμάτων ανά μονάδα επιφάνειας χρησιμοποιώντας ένα δείγμα και στην συνέχεια αυτό συνδυάζεται με την φωτογράφιση μέσω μπαλονιών για τον καθορισμό της περιοχής που καλύπτεται από τα απορρίμματα. Σε μια νησιωτική

παραλία που ερευνήθηκε στην Ιαπωνία, η μάζα των απορριμμάτων υπολογίστηκε ότι ήταν 716 κιλά, το 74% των οποίων ήταν πλαστικά (Nakashima et al., 2011). Παρά το γεγονός ότι μετρήθηκαν κατά βάρος, το 55% των πλαστικών απορριμμάτων ήταν από ελαφρύ πλαστικό.

Το πολυαιθυλένιο ήταν ο πιο συνηθισμένος τύπος και η μελέτη πρότεινε ότι χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για να καθοριστεί εάν τα ελαφρύτερα πλαστικά, όπως το πολυαιθυλένιο, μεταφέρονται πιο εύκολα από τους ανέμους και τα ρεύματα σε σχέση με τα βαρύτερα πλαστικά, όπως το PVC που τείνει να βυθίζεται και έτσι υπόκειται σε διαφορετικά μοντέλα μεταφοράς σε σύγκριση με τα πλαστικά στην επιφάνεια. Από το πιλοτικό έργο, το OSPAR έχει αναπτύξει μια δέσμη κατευθυντήριων γραμμών για την παρακολούθηση των απορριμμάτων στις παραλίες (OSPAR, 2010α), η οποία περιέχει συστάσεις για την επιλογή των παραλιών, την δειγματοληψία, το χρονοδιάγραμμα και την ταυτοποίηση των απορριμμάτων. Στο πλαίσιο των κατευθυντήριων γραμμών UNEP/IOC για την Έρευνα και την Παρακολούθηση των θαλάσσιων απορριμμάτων των Cheshire et al. (2009), υπάρχει επίσης μια σειρά επιχειρησιακών κατευθυντήριων γραμμών για την συνολική αξιολόγηση των απορριμμάτων στις παραλίες. Επίσης, οι Ryan et al. (2009) έχουν καθορίσει τις βέλτιστες πρακτικές για την έρευνα στις παραλίες.

2.5 Η θαλάσσια επιφάνεια - παρακολούθηση των πλαστικών αποβλήτων που επιπλέουν στην θάλασσα

Οι έρευνες στην θάλασσα είναι περισσότερο δαπανηρές και δύσκολες σε σχέση με τις έρευνες στις παραλίες και μπορούν να αξιολογήσουν την κατάσταση των στάσιμων (ή πλωτών) αποθεμάτων παρά τα ποσοστά συσσώρευσης, επειδή είναι αδύνατο να διενεργηθεί ένας πλήρης καθαρισμός. Οι ποσότητες των πλωτών απορριμμάτων μπορούν να

εκτιμηθούν είτε με άμεση παρατήρηση είτε με δίχτυα τράτας.

Οι περισσότερες έρευνες παρατήρησης διενεργούνται από πλοία ή μικρά σκάφη. Χρησιμοποιούνται επίσης εναέριες έρευνες οι οποίες έχουν το πλεονέκτημα να καλύπτουν μεγάλες περιοχές αλλά και το μειονέκτημα να εντοπίζουν μόνο μεγάλες ποσότητες αποβλήτων (Ryan et al., 2009).

Το 2015 εκπονήθηκε μια αξιολόγηση από την MED POL (αξιολόγηση της θαλάσσιας ρύπανσης και συνιστώσα ελέγχου του μεσογειακού σχεδίου δράσης) η οποία ανέφερε ότι βρέθηκαν 2,1 είδη γενικών απορριμμάτων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο στην Μεσόγειο Θάλασσα (παρατήρηση με κιάλια) και το 83% αυτών των απορριμμάτων ήταν πλαστικά (UNEP, 2016).

Όλες οι έρευνες παρατήρησης παρουσιάζουν αποκλίσεις μεταξύ των διαφόρων παρατηρητών (μεταβλητότητα μεταξύ παρατηρητών), αλλά αυτή η μεταβλητότητα μπορεί επίσης να οφείλεται και σε άλλους λόγους, όπως οι μετεωρολογικές συνθήκες, τα ωκεάνια ρεύματα και η συνεχής κίνηση των πλαστικών αποβλήτων. Για παράδειγμα, σε μια οπτική έρευνα των γενικών απορριμμάτων που διεξήχθη στην βορειοδυτική Μεσόγειο το 2015 αναφέρθηκαν 15-25 αντικείμενα ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, ενώ το 2000 αναφέρθηκαν μόλις 1,5-3 αντικείμενα ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (Suaria, G., & Aliani, S. (2014).

Σε γενικές γραμμές, οι έρευνες με βάση τα δίχτυα τράτας τείνουν να είναι λιγότερο υποκειμενικές. Οι περισσότερες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας δίχτυα τράτας τύπου Neuston ή Manta, τα οποία έχουν ένα μικρό πλέγμα (συνήθως 0,3 χιλιοστά και μικρό άνοιγμα και έτσι επικεντρώνονται στα μικροπλαστικά). Οι τράτες τύπου Manta έχουν χρησιμοποιηθεί για την δειγματοληψία και τον χαρακτηρισμό μεγάλων συστημάτων δινών στους ωκεανούς με αυξημένες ποσότητες συγκεντρωμένων θαλάσσιων απορριμμάτων (Pichel et al., 2007). Ένα από τα πιο γνωστά ερευνητικά προγράμματα που χρησιμοποιούν αυτήν τη μέθοδο είναι το Κέντρο Algalita, το οποίο παρακολουθεί τακτικά την υποτροπική δίνη του Βόρειου Ειρηνικού.

Πρόσφατα αναφέρθηκαν 335.000 είδη πλαστικού ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, βάρους 5,1 κιλών ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (Eriksen et al., 2013).

Τα πλαστικά σωματίδια στις ακτές ήταν παρόμοια με εκείνα των πλαστικών των οποίων η αρχική μορφή είχε αλλάξει ελάχιστα, ενώ στην θάλασσα η πυκνότητα των πλαστικών σωματιδίων ήταν μεγαλύτερη, δείχνοντας μια μεταβολή λόγω του χρόνου που βρίσκονται στην θάλασσα. Αυτό θεωρήθηκε ότι οφείλεται στην συσσώρευση βιομάζας στο πλαστικό ή αλλιώς βιοσυσσώρευση, η οποία είναι πιθανό να αυξήσει την πυκνότητα του πλαστικού. Οι ερευνητές προτείνουν ότι τα δεδομένα σχετικά με την πυκνότητα των σωματιδίων θα μπορούσαν να βοηθήσουν ώστε να καταλάβουμε ποιοι τύποι πλαστικών βυθίζονται ή επιπλέουν, καθώς και τον πιθανό αντίκτυπο των πλαστικών στην άγρια φύση.

Οι μέθοδοι για την εξακρίβωση της σύνθεσης των πλαστικών τείνουν να στηρίζονται στην «φασματοσκοπία υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier». Ωστόσο, οι Moret-Fergusson et al. (2010) υποστηρίζουν ότι αυτή η τεχνολογία είναι σπάνια και δαπανηρή και πρότειναν μια απλούστερη εναλλακτική λύση για την σύσταση σύνθεσης, η οποία αναλύει την ποσότητα άνθρακα, υδρογόνου και αζώτου στο πλαστικό. Αυτή η μέθοδος μπορεί να είναι φθηνότερη, αλλά δεν είναι τόσο ακριβής και απαιτεί δείγματα καύσης του πλαστικού. Οι μέθοδοι φασματοσκοπίας υπέρυθρων βρίσκονται σε στάδιο περαιτέρω ανάπτυξης και ενδέχεται να γίνουν φθηνότερες στο μέλλον.

2.6 Παρακολούθηση πλαστικών απορριμμάτων σε ποτάμια και εκβολές ποταμών

Η μελέτη των πλαστικών αποβλήτων σε ποτάμια και εκβολές ποταμών θα μπορούσε να αποδειχθεί χρήσιμη στην προσπάθεια προσδιορισμού

των πηγών. Οι Browne et al. (2010) διερεύνησαν την σύνθεση των πλαστικών απορριμμάτων στις όχθες μιας εκβολής ποταμού του Ηνωμένου Βασιλείου τόσο στην επιφάνεια όσο και κάτω από 3 εκατοστά ιζήματος. Από τα 952 αντικείμενα που βρέθηκαν, τα μικροπλαστικά (λιγότερο από 1mm) αποτελούσαν το 65% των απορριμμάτων, τα οποία αποτελούνταν κυρίως (80%) από πυκνότερα πλαστικά όπως PVC, πολυεστέρας και πολυαμίδιο. Τα μακρο-πλαστικά τείνουν να είναι λιγότερο πυκνά. Υπάρχουν πολλές πιθανές εξηγήσεις γι' αυτό.

Για παράδειγμα, αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στο ότι τα πυκνότερα πλαστικά είναι πιο πιθανό να υπόκεινται σε αλλοίωση από τις καιρικές συνθήκες καθώς βρίσκονται σε επαφή με λειαντικά σωματίδια στα ιζήματα ή θα μπορούσε να ισχύει ότι τα πιο πυκνά μικρό-πλαστικά είναι πιο εύκολο να ξεχωρίζουν από το ίζημα ώστε έτσι να φαίνονται ότι είναι πιο πολλά. Η έρευνα βρήκε μια μεγαλύτερη ποσότητα μικρό-πλαστικών στις πιο εκτεθειμένες θέσεις προς το στόμιο των εκβολών, όπου τα απορρίμματα είναι πιθανό να υπόκεινται σε ισχυρή δράση από τα κύματα και τριβή. Μια άλλη πιθανή πηγή είναι η απόρριψη από την επεξεργασία λυμάτων, καθώς τα οικιακά πλυντήρια μπορεί να λειτουργούν ως πηγή παραγωγής ινών ή μικρό-πλαστικών.

Οι Eriksen et al. (2013) υποστηρίζουν ότι τα ισχυρά ρεύματα σε μεγάλα ποτάμια μπορούν να μεταφέρουν τα απορρίμματα στην ανοικτή θάλασσα, ενώ στα μικρότερα ποτάμια, όπου τα ρεύματα είναι πιο αδύναμα, τα απορρίμματα τείνουν να καταλήγουν στις εκβολές των ποταμών. Όπως δείχνουν οι υπάρχουσες έρευνες, υπάρχουν πολλές εικασίες σχετικά με τους λόγους της σύνθεσης και της κατανομής των πλαστικών απορριμμάτων και πρέπει να μελετηθούν πολλά ακόμη σχετικά με τις κύριες επιρροές για τον εντοπισμό της αποτελεσματικότητας των πολιτικών αντιμετώπισης του φαινομένου. Οι Moore et al. (2011) μελέτησαν την ποσότητα και τον τύπο των πλαστικών απορριμμάτων σε δύο αστικά ποτάμια τα οποία κατέληξαν σε παράκτια ύδατα και παραλίες στην νότια Καλιφόρνια χρησιμοποιώντας

δίχτυα και βρήκαν 2,3 δισεκατομμύρια αντικείμενα μέσα σε 72 ώρες, τα οποία ζύγιζαν 30.500 κιλά. Η πλειοψηφία των αντικειμένων ήταν αφρός, όπως πολυστυρένιο (71%), διάφορα άλλα απορρίμματα (14%), σφαιρίδια προπαραγωγής (10%) και ολόκληρα αντικείμενα (1%). Το 81% όλων των πλαστικών ήταν μεταξύ 1 και 4,75 χιλιοστών (μέγεθος πάνω από το οποίο η Καλιφόρνια τα χαρακτηρίζει επίσημα ως σκουπίδια). Η μελέτη έδειξε ότι η πιο συστηματική παρακολούθηση θα μπορούσε να παράσχει μια εικόνα για το πόσα απόβλητα μεταφέρονται από τα ποτάμια, το οποίο με την σειρά του θα μπορούσε να αποτελέσει την βάση για την στήριξη των αποφάσεων των πολιτικών για τον τρόπο πρόληψης των πλαστικών που καταλήγουν στα ποτάμια.

2.7 Παρακολούθηση πλαστικών αποβλήτων στη στήλη του ύδατος και στον θαλάσσιο πυθμένα

Οι περισσότερες μελέτες τείνουν να κάνουν δειγματοληψίες από πλωτά πλαστικά υπολείμματα, αλλά είναι επίσης σημαντικό να παρακολουθούνται και τα αιωρούμενα πλαστικά και τα πλαστικά που βρίσκονται στον πυθμένα της θάλασσας. Τα δίχτυα τύπου μπόνγκο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δειγματοληψία των αιωρουμένων απορριμμάτων και για την δειγματοληψία πλαστικών αποβλήτων στον πυθμένα της θάλασσας μπορούν να χρησιμοποιηθούν έρευνες με τράτες, καταδυτικές έρευνες και υποβρύχια οχήματα. Από τα στοιχεία που προέκυψαν από δραστηριότητες αλιείας αποβλήτων του KIMO (Kommunenenes Internasjonale Miljøorganisasjon) που διεξήχθησαν από τις εθνικές κυβερνήσεις των Κάτω Χωρών, της Σκωτίας και του Ηνωμένου Βασιλείου, διαπιστώθηκε ότι τα πλαστικά αποτελούσαν ένα μεγάλο ποσοστό των θαλάσσιων απορριμμάτων στον πυθμένα.

Για παράδειγμα, στην Σκωτία το 55% των 3.464 αποβλήτων που

ανακτήθηκαν (βάρους 117 τόνων) ήταν πλαστικά (KIMO, 2008). Στην μελέτη τους για τα βενθικά θαλάσσια απορρίμματα, οι Galgani et al. (2000) βρήκαν σχετικά χαμηλότερα ποσοστά πλαστικού στην Κελτική Θάλασσα, την Βαλτική Θάλασσα και την Βόρεια Θάλασσα (30%, 36% και 49%, αντίστοιχα) ενώ στην βορειοδυτική Μεσόγειο, την Ανατολική Μάγχη και τον κόλπο του Σηκουάνα, τα ποσοστά ήταν υψηλότερα (77%, 85% και 89%, αντίστοιχα).

Οι αριθμοί είναι ανησυχητικοί περισσότερο για την βορειοδυτική Μεσόγειο, όπου το επίπεδο των απορριμμάτων είναι πολύ υψηλότερο από τις άλλες περιοχές σε μόλις 20 είδη ανά εκτάριο (κυμαίνονται από 0 έως 78 είδη), πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχουν κατά μέσο όρο 15 είδη πλαστικών αποβλήτων ανά εκτάριο, τα περισσότερα από τα οποία είναι πλαστικές σακούλες. Άλλες περιοχές είχαν μεταξύ 1 και 6 είδη θαλάσσιων απορριμμάτων ανά εκτάριο. Εκτός από την περιφερειακή μεταβλητότητα, υπήρξε επίσης εποχική μεταβλητότητα, για παράδειγμα, στον Βισκαϊκό Κόλπο υπήρχαν περίπου δύο είδη θαλάσσιων απορριμμάτων ανά εκτάριο κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και 14 είδη ανά εκτάριο τον χειμώνα. Τα περισσότερα είδη ήταν πλαστικά (92%) και από αυτά τα περισσότερα (94%) ήταν πλαστικές σακούλες.

Η πυκνοκατοικημένη ακτογραμμή, η ναυτιλία και η περιορισμένη παλιρροιακή ροή ή η κυκλοφορία του νερού που παγιδεύουν τα απορρίμματα στον πυθμένα μπορεί να ευθύνονται για τις μεγάλες ποσότητες πλαστικών αποβλήτων στις μεσογειακές περιοχές. Η υψηλή συσσώρευση ιζήματος τείνει επίσης να παγιδεύει το πλαστικό. Τα μεγάλα ποτάμια είναι υπεύθυνα για τις εισροές πλαστικών απορριμμάτων στον βυθό και συχνά βρίσκονται απορρίμματα γύρω από το στόμιο του ποταμού. Σε μικρότερη κλίμακα, υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση πλαστικού γύρω από βράχους και σε κανάλια ή φαράγγια, ιδιαίτερα στην υφαλοκρηπίδα (Galgani et al., 1996). Καθώς τα περισσότερα πολυμερή αποικοδομούνται μέσω της έκθεσης στην ακτινοβολία UV, είναι πιθανό το πλαστικό στον πυθμένα της θάλασσας να είναι ακόμη πιο ανθεκτικό

από εκείνο στην επιφάνεια ή στις παραλίες.

Τα πλαστικά απορρίμματα μπορούν να μετακινούνται στην επιφάνεια της θάλασσας, από την θάλασσα μέχρι την ακτή, αλλά και καθέτως. Η λεγόμενη «βιοσυσσώρευση» ή η συσσώρευση μικροοργανισμών, φυτών ή φυκιών σε πλαστικά απορρίμματα προκαλεί βαρύτητα και τελικά την βύθιση των απορριμμάτων. Στο δείγμα των πλαστικών απορριμμάτων στον δυτικό Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό, οι Morét-Ferguson et al. (2010) διαπίστωσαν ότι το εύρος σε συγκεκριμένες βαρύτητες (το ειδικό βάρος είναι η αναλογία της πλαστικής πυκνότητας προς την πυκνότητα του νερού) ήταν 0,808 έως 1,24 γραμμάρια ανά χιλιοστόλιτρο. Το εύρος αυτό ήταν μεγαλύτερο από τα περισσότερα πλαστικά και δείχνει ότι τα πλαστικά είχαν υποστεί ρύπανση. Διαπίστωσαν επίσης ότι τα πλαστικά στην θάλασσα είχαν διαφορετικό ειδικό βάρος από τα πλαστικά που βρίσκονται στην παραλία, υποδηλώνοντας ότι το πλαστικό υφίσταται αλλαγές όταν βρίσκεται στην θάλασσα.

Οι Lobelle και Cunliffe (2011) διερεύνησαν τον σχηματισμό μεμβρανών μικροοργανισμών (βιοφίλμ) στα πλαστικά απόβλητα στην θάλασσα και διαπίστωσαν ότι οι μεμβράνες αναπτύχθηκαν γρήγορα και ήταν εμφανείς μετά από μία εβδομάδα. Μέσα σε τρεις εβδομάδες, το πλαστικό άρχισε να βυθίζεται κάτω από την επιφάνεια. Αυτά τα στοιχεία θα μπορούσαν να βοηθήσουν στον εντοπισμό των τύπων πλαστικού που επιπλέουν ή βυθίζονται και που είναι συνεπώς δυνητικοί κίνδυνοι για την σίτιση της θαλάσσιας πανίδας από την επιφάνεια της θάλασσας ή από τον θαλάσσιο πυθμένα. Ο προσδιορισμός του μεγέθους, της μάζας και της σύνθεσης των πλαστικών που παραμένουν στον ωκεανό είναι σημαντικός για την κατανόηση των επιπτώσεων των πλαστικών (Morét-Ferguson et al., 2010)

2.7.1 Παρακολούθηση των επιπτώσεων των πλαστικών αποβλήτων στην άγρια φύση

Μία από τις μεγαλύτερες ανησυχίες σχετικά με τα πλαστικά απόβλητα είναι ο αντίκτυπος στην άγρια φύση. Εδώ, ο αντίκτυπος εξετάζεται από την άποψη του ρόλου του στην παρακολούθηση της κατάστασης των πλαστικών αποβλήτων στο περιβάλλον. Για άλλη μια φορά, υπάρχει ελάχιστη έρευνα σχετικά με την άγρια φύση στην ξηρά.

Η παρακολούθηση της εμπλοκής της άγριας φύσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της πολιτικής. Ωστόσο, πρέπει να θυμόμαστε ότι αυτός ο τύπος παρακολούθησης υποδεικνύει αλλαγές στην αφθονία των απορριμμάτων που είναι υπεύθυνα για την εμπλοκή, τα οποία μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με το είδος και την τοποθεσία. Για παράδειγμα, μετά την απαγόρευση της διάθεσης πλαστικών στην θάλασσα από το παράρτημα V της σύμβασης MARPOL, δεν παρατηρήθηκε μείωση των ποσοστών εμπλοκής της φώκιας της Χαβάης (Henderson, 2001). Αυτό συμβαίνει μάλλον επειδή οι περισσότερες εμπλοκές οφείλονται σε χαμένα αλιευτικά εργαλεία και όχι στα πλαστικά που διατίθενται από τα πλοία στην θάλασσα. Αν η παρακολούθηση είχε εξετάσει ένα είδος που τείνει να εμπλέκεται με τον τύπο των πλαστικών αποβλήτων που διατίθενται από τα πλοία, τότε ο αντίκτυπος μπορεί να ήταν αισθητός. Με αυτήν την μεταβλητότητα και τον σχετικά μικρό αριθμό εμπλοκών που καταγράφονται, πρέπει να ληφθεί μέριμνα κατά την κλιμάκωση των αριθμών. Για παράδειγμα, το γενικό ποσοστό των 100.000 θηλαστικών που πεθαίνουν κάθε χρόνο σύμφωνα με την UNEP έχει αμφισβητηθεί (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2010).

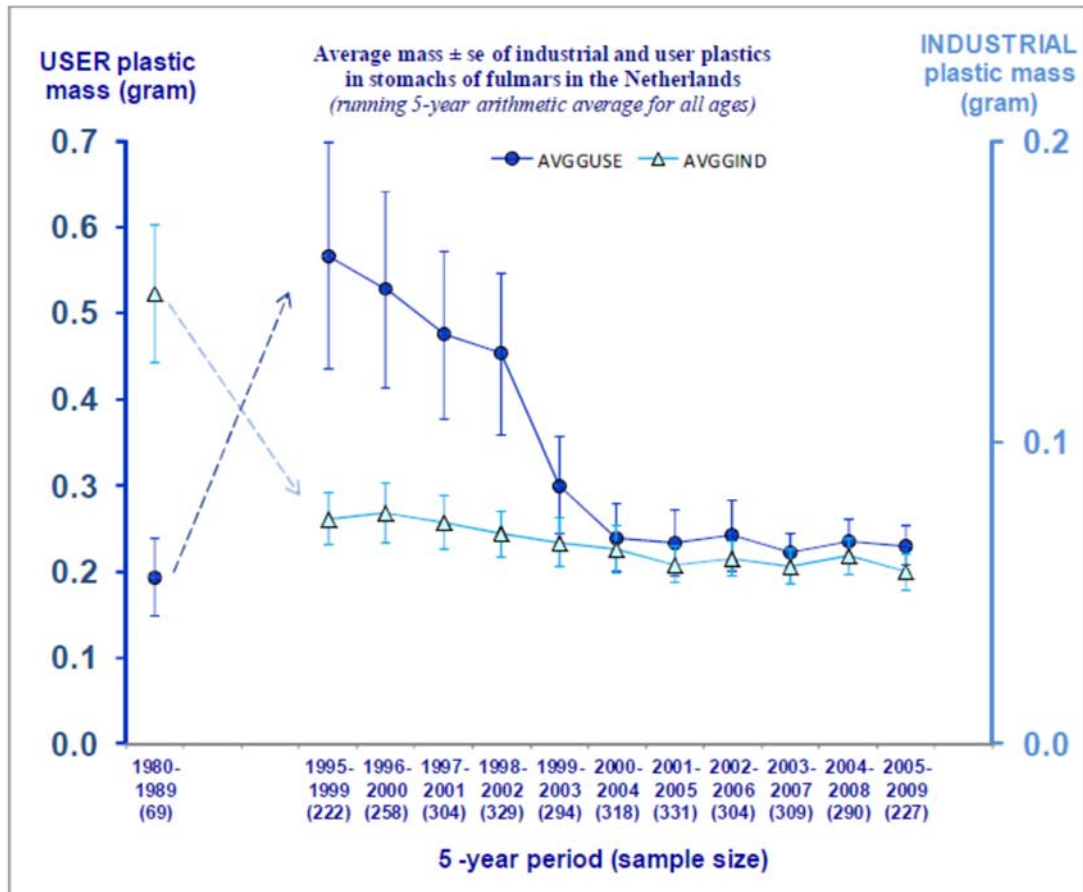
Η κατάποση πλαστικού εμφανίζεται συχνότερα από την εμπλοκή. Η MFSD έχει προσδιορίσει την κατάποση των αποβλήτων ως δείκτη για την παρακολούθηση της περιβαλλοντικής κατάστασης. Η κατάποση πλαστικών αποβλήτων έχει τεκμηριωθεί σε πολλά είδη. Σε ορισμένα είδη, σχεδόν όλα τα άτομα έχουν καταπιεί πλαστικό (Ryan et al., 2009), συμπεριλαμβανομένων των θαλάσσιων πτηνών, ψαριών, χελωνών, μυδιών και θηλαστικών. Σαφώς διαφορετικά είδη καταπίνουν διάφορους

τύπους και μεγέθη πλαστικών υπολειμμάτων. Πολλά ζώα μπερδεύουν τα πλαστικά απορρίμματα για θήραμα, για παράδειγμα, τα ψάρια μπορούν να μπερδέψουν τα πλαστικά σφαιρίδια για πλαγκτόν, τα πουλιά μπορεί να μπερδέψουν κομμάτια πλαστικού για σουπιές ή άλλα θηράματα και οι θαλάσσιες χελώνες μπερδεύουν τις πλαστικές σακούλες για μέδουσες (Gregory, 2009). Τα νεαρά πουλιά συνήθως περιέχουν περισσότερο πλαστικό από τους ενήλικες, πιθανότατα επειδή δεν μπορούν να διακρίνουν ανάμεσα στα κατάλληλα είδη διατροφής και μερικές φορές οι γονείς τροφοδοτούν τυχαία με πλαστικά τους απογόνους τους (Ryan, 1988). Άλλα ζώα μπορούν να καταναλώσουν πλαστικό που υπάρχει στο θήραμά τους, για παράδειγμα, τα πελαγικά ψάρια (αυτά που ζουν μεταξύ του θαλάσσιου πυθμένα και της επιφάνειας) πιστεύεται ότι καταναλώνουν πλαστικά σωματίδια και τα ψάρια αυτά τρώγονται έπειτα από τις φώκιες.

Πρόσφατες έρευνες σχετικά με τα ψάρια που καταναλώνουν πλαγκτόν (και πελαγικά ψάρια) στην δίνη του Βόρειου Ειρηνικού (Boerger et al., 2010) έδειξαν ότι το 35% είχε καταπιεί πλαστικό, κατά μέσο όρο 2,1 τεμάχια ανά ψάρι. Ωστόσο, οι Davison & Asch (2011) διαπίστωσαν ότι μόνο το 9,2% των δειγματοληπτικών μεσοπελαγικών ψαριών (εκείνα που κατοικούν σε βάθος από 200 έως 1000 μέτρα) περιείχαν πλαστικό στην δίνη του Βόρειου Ειρηνικού. Αυτή η μελέτη ήταν η πρώτη που υπολόγισε την πιθανή μεροληψία της «διατροφής στα δίχτυα», δηλαδή όταν τα ψάρια είναι πιο πιθανό να καταναλώσουν πλαστικό επειδή τα δίχτυα με τα οποία πιάστηκαν είχαν επίσης πιάσει και πλαστικά απόβλητα. Οι Davison & Asch (2011) υποδηλώνουν ότι τα υψηλότερα επίπεδα πλαστικών απορριμμάτων στην μελέτη των Boerger et al. Θα μπορούσαν να είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας που συμβαίνει στα δίχτυα, καθώς χρησιμοποιούσαν δίχτυα Manta, τα οποία έχουν πολύ μεγάλη διάρκεια ρυμούλκησης.

Οι Davison & Asch (2011) κλιμακοποίησαν τα ευρήματά τους και βρήκαν ότι τα μεσοπελαγικά ψάρια συνολικά καταναλώνουν 12.000 έως 24.000

τόνους πλαστικού στον Βόρειο Ειρηνικό. Ωστόσο, παρόμοια με την εμπλοκή, υπάρχει μεγάλη ποικιλία και πρέπει να δίνεται προσοχή κατά την κλιμάκωση ή την παρέκταση των αριθμών ώστε να καλυφθούν αριθμοί ή περιοχές μεγαλύτερες από το δείγμα.



Εικόνα 2 Ποσότητα πλαστικού χρήστη και βιομηχανικού πλαστικού σε στομάχους φουλμάρων στις Κάτω Χώρες με την πάροδο του χρόνου. Van Franeker, J.A.; & the SNS Fulmar Study Group (2011a)).

Μια μελέτη στα γατόψαρα σε μια εκβολή στην βορειοανατολική Βραζιλία έδειξε ότι 18-33% των ατόμων είχαν πλαστικά σωματίδια στο στομάχι τους, ανάλογα με τα είδη γατόψαρων (Possatto et al., 2011). Αυτό δείχνει την μεταβλητότητα μεταξύ των διαφόρων ειδών του ίδιου τύπου ψαριών. Παρά την μεταβλητότητα μεταξύ των ειδών, το γατόψαρο θα μπορούσε να αποτελέσει ένα καλό είδος για την παρακολούθηση της

πλαστικής κατάποσης στα ποτάμια, καθώς είναι και αρπακτικά ζώα και θηράματα για μεγαλύτερα ψάρια.

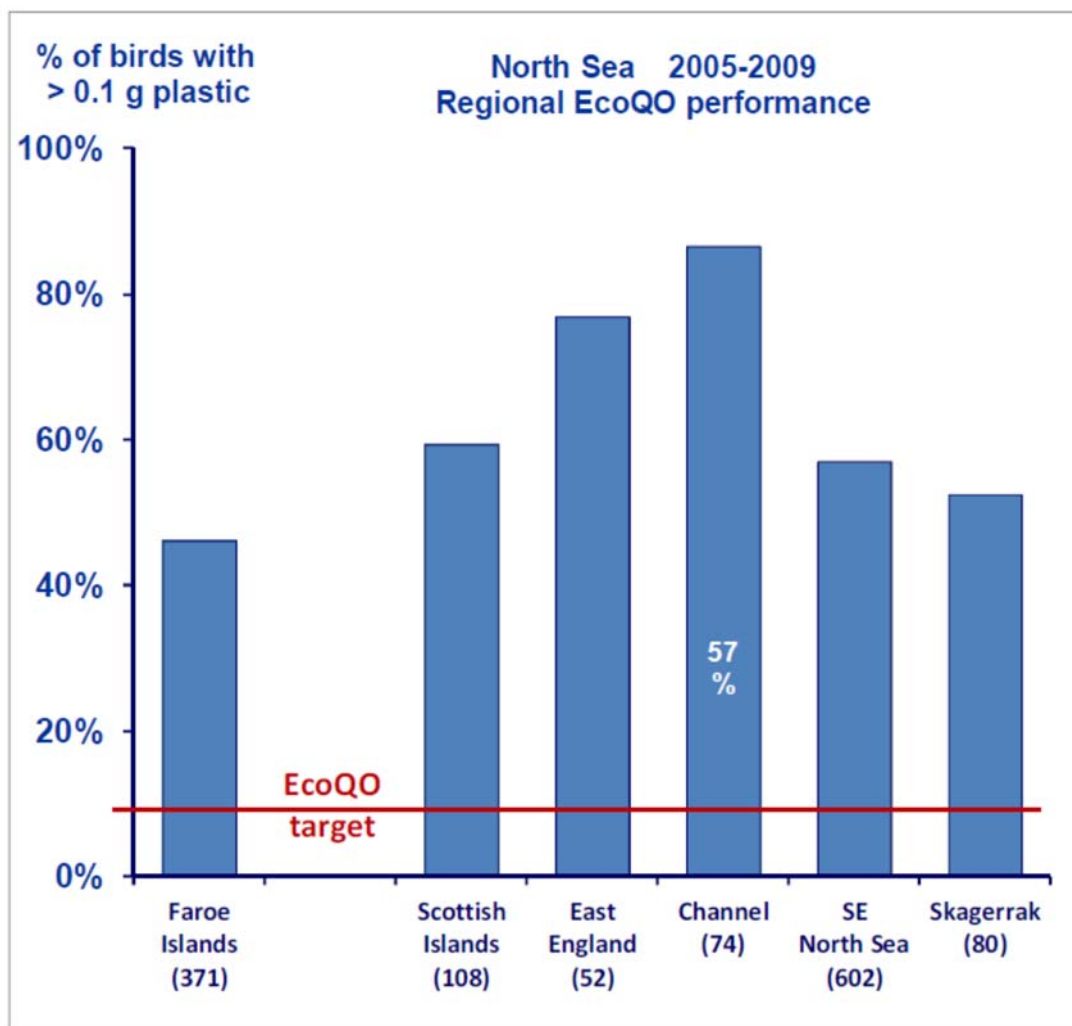
Τα θαλάσσια πτηνά χρησιμοποιούνται συνήθως για την παρακολούθηση της κατάποσης πλαστικών και το πιο γνωστό παράδειγμα είναι ο βόρειος φουλμάρος που χρησιμοποιήθηκε από την επιτροπή OSPAR για την ανάπτυξη στόχων οικολογικής ποιότητας (EcoQOs). Είναι ένα βολικό είδος για την μέτρηση της πλαστικής ρύπανσης επειδή συχνά απορροφά πλαστικά απορρίμματα, είναι άφθονο στην Βόρεια Θάλασσα, τρέφεται αποκλειστικά από την θάλασσα και διατηρεί υλικά στο στομάχι τα οποία χωνεύει αργά. Έχουν βρεθεί τα πρότυπα με την πάροδο του χρόνου για τους τύπους των πλαστικών (Van Franeker et al., 2011). Το σχήμα 2 δείχνει ότι η ποσότητα πλαστικού καταναλωτή σε στομάχια φουλμάρων στις Κάτω Χώρες αυξήθηκε σχεδόν τριπλάσια από την δεκαετία του 1980 έως την δεκαετία του 1990 και κατόπιν μειώθηκε, αλλά σήμερα είναι σταθερή σε επίπεδο ακόμη υψηλότερο από εκείνο της δεκαετίας του 1980. Οι βιομηχανικοί πλαστικοί κόκκοι ακολούθησαν ένα διαφορετικό πρότυπο και σχεδόν κατά το ήμισυ μεταξύ των δεκαετιών του 1980 και του 1990. Από τότε η τάση αυτή έχει επιβραδυνθεί σε ένα ασήμαντο επίπεδο αλλαγών. Συνολικά, η ποσότητα του πλαστικού στα στομάχια των φουλμάρων είναι σήμερα παρόμοια με εκείνη της δεκαετίας του 1980, αλλά έχει διαφορετική σύνθεση με λιγότερα βιομηχανικά και περισσότερο καταναλωτικά πλαστικά υπολείμματα.

Από μια μακροπρόθεσμη μελέτη, η OSPAR παρουσίασε το ακόλουθο EcoQO που διευκρινίζει τον στόχο και το χρονικό και χωρικό πλαίσιο στο οποίο πρέπει να επιτευχθεί:

«Θα πρέπει να υπάρχουν λιγότερα από το 10% των βόρειων φουλμάρων με πάνω από 0,1g πλαστικών σωματιδίων στο στομάχι τους σε δείγματα από 50 έως 100 φουλμάρων που ξεβράζονται στις παραλίες από κάθε μία από τις 4 έως 5 περιοχές της Βόρειας Θάλασσας για μια περίοδο τουλάχιστον πέντε ετών».

Η αρχική πρόταση για έναν στόχο ήταν πιο αυστηρή (λιγότερο από το 10

τοίς εκατό των βόρειων φουλμάρων με περισσότερα από 10 τεμάχια πλαστικών σωματιδίων στο στομάχι τους, ίσα με περίπου 0,01 γραμμάρια), αλλά ένας τέτοιος στόχος θεωρήθηκε ότι δεν ήταν εφικτός. Το όριο 0,1 g για το δέκα τοίς εκατό είναι φιλόδοξο αλλά επιτεύξιμο και επί του παρόντος συμβαίνει μόνο σε πιο παρθένες συνθήκες (Van Franeker et al., 2011). Μέχρι στιγμής, το EcoQO δεν έχει επιτευχθεί σε κανένα από τα πεδία μελέτης και πιθανότατα επιτυγχάνεται μόνο στους πληθυσμούς της Αρκτικής. Από το 2005 έως το 2009, αναλύθηκαν τα στομάχια 916 φουλμάρων που βρέθηκαν στην παραλία από την Βόρεια Θάλασσα και το ποσοστό με περισσότερο από 0,1g πλαστικού στο στομάχι τους κυμάνθηκε από 53% έως 86%. Η περιοχή της Μάγχης είναι η πλέον βαριά μολυσμένη με πλαστικά στην Βόρεια Θάλασσα, ενώ οι θάλασσες γύρω από τα νησιά της Σκωτίας είναι οι καθαρότερες (Εικόνα 3).



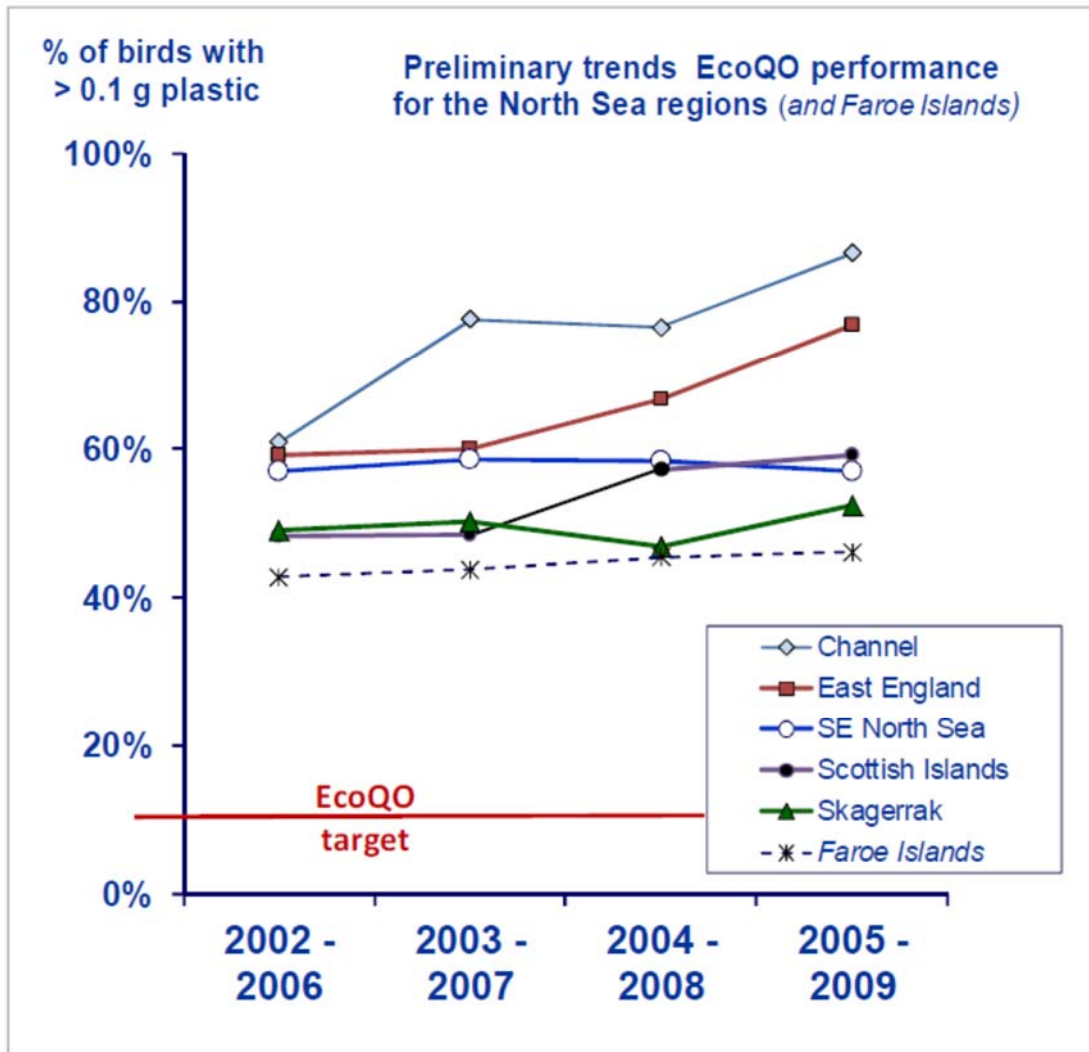
Εικόνα 3 Απόδοση του EcoQO στις περιοχές της Βόρειας Θάλασσας 2005-2009 και προκαταρκτικές τάσεις. Τάση που εμφανίζεται με την χρήση μέσω των δεδομένων 5 ετών. (Van Franeker, J.A. ; & η ομάδα μελέτης SNS Fulmar (2011a).

Όσον αφορά στις διαχρονικές τάσεις στα πλαστικά απόβλητα που εντοπίστηκαν στα στομάχια των φουλμάρων σε διάφορες περιοχές της Βόρειας Θάλασσας, τα πιο πρόσφατα δεδομένα υποδηλώνουν σταθερότητα ή βραδεία πτώση στην νότια Βόρεια Θάλασσα και αργές αυξήσεις στις περισσότερες άλλες περιοχές, αλλά καμία από αυτές δεν είναι σημαντικές (Van Franeker & SNS Fulmar Study Group 2011a, Σχήμα 4). Η έλλειψη σαφούς τάσης όσον αφορά στα απορρίμματα θαλάσσης

στην Βόρεια Θάλασσα δεν είναι ανόμοια με τα ευρήματα των ερευνών παραλιών από την OSPAR.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο στόχος του 10% που έχει θεσπίσει η OSPAR δεν σχετίζεται άμεσα με την τρέχουσα κατάσταση υγείας των φουλμάρων, αλλά αποτελεί περισσότερο πολιτική επιλογή. Είναι δύσκολο να καθοριστεί ένα επίπεδο βιολογικής σημασίας, διότι ένα επίπεδο «χωρίς επιπτώσεις» για τους φουλμάρους μπορεί να είναι επιβλαβές για άλλα συστατικά οικοσυστήματος και το EcoQO αποτελεί ένδειξη του επιπέδου των απορριμμάτων και μόνο έμμεσα της βλάβης των θαλάσσιων οργανισμών από τα απορρίμματα αυτά. Είναι ένα «θερμόμετρο» του περιβάλλοντος και άλλα είδη θα μπορούσαν να επηρεαστούν περισσότερο ή λιγότερο (Galgani et al., 2010). Προκειμένου να εναρμονισθεί η παρακολούθηση των φουλμάρων, έχει δημιουργηθεί εγχειρίδιο που περιγράφει μεθόδους, τυποποιημένα έντυπα και κώδικες (Van Franeker, 2004). Το κόστος υλοποίησης μιας τέτοιας πρωτοβουλίας παρακολούθησης στην περιοχή OSPAR εκτιμάται στα 10.000€ ανά συμβαλλόμενο εταίρο (Barnay et al., 2010) όταν προστέθηκε στο βασικό πρόγραμμα παρακολούθησης των Κάτω Χωρών και μετατράπηκε σε μεγαλύτερο έργο. Εκτός από το γεγονός ότι είναι ένα πολύτιμο μέσο πολιτικής, η μελέτη της απορρόφησης πλαστικών αποβλήτων από τα ζώα της άγριας φύσης είναι ένα χρήσιμο εργαλείο επικοινωνίας για την προσέλκυση της προσοχής του κοινού. Η εικόνα ενός πτηνού με πλαστικό στο στομάχι κάνει την εικόνα της οικολογικής επίδρασης των πλαστικών αποβλήτων ιδιαίτερα πραγματική. Ωστόσο, ο φουλμάρος δεν απαντάται σε παγκόσμιο επίπεδο και μπορεί να χρειαστεί να εντοπιστούν παράλληλα είδη για παρακολούθηση σε άλλα μέρη του κόσμου. Για τις περιοχές όπου ο φουλμάρος δεν αφθονεί, το έργο ξεκίνησε πιλοτικές μελέτες σχετικά με την καταλληλότητα ενός άλλου είδους θαλάσσιων πτηνών (Αρτέμης) για παρακολούθηση. Με τον καιρό, μπορεί να είναι χρήσιμο να παρακολουθούνται και άλλα είδη, όπως τα θηλαστικά, οι χελώνες και τα ψάρια, με τυποποιημένα μέτρα. Για παράδειγμα, η χελώνα

μπορεί να είναι το πιο κατάλληλο είδος παρακολούθησης στην Μεσόγειο. Η ταυτοποίηση των θαλάσσιων ειδών ή τα στάδια της ζωής που είναι πιο ευάλωτα στην έκθεση σε πλαστικό θα μπορούσε να είναι χρήσιμη για την εκπόνηση μελετών έκθεσης σε χώρους που πιθανόν να αποτελούν «σημεία συσσώρευσης πλαστικών ή μικροπλαστικών» καθώς και ενδιαυτήματα αυτών των ευπαθών ειδών (Arthur et al., 2009).



Εικόνα 4 Τάσεις όσον αφορά στις επιδόσεις του EcoQO σε διάφορες περιοχές της Βόρειας Θάλασσας από το 2002 (με την χρήση μέσων δεδομένων 5 ετών). **Van Franeker, J.A.; & the SNS Fulmar Study Group (2011a).**

2.8 Μικροπλαστικά: παρακολούθηση των τάσεων

Το MSFD ορίζει ότι οι τάσεις των μικροσωματιδίων, ιδίως των μικροπλαστικών, πρέπει να αποτελούν δείκτη των θαλάσσιων σκουπιδιών για τον προσδιορισμό της καλής περιβαλλοντικής κατάστασης. Ωστόσο, η δειγματοληψία των μικροπλαστικών βρίσκεται ακόμη στα σπάργανα. Με μελέτες παραλιών δεν είναι δυνατή η διεξαγωγή μελετών συσσώρευσης καθώς απαιτείται αρχικός καθαρισμός και, όταν γίνεται η δειγματοληψία, πρέπει να γίνεται με την μέθοδο του κοσκινίσματος, συνήθως σε βάθος 50 mm και στην συνέχεια η ταξινόμηση να πραγματοποιείται μέσω πλωτήρα στο θαλασσινό νερό (Ryan κ.ά., 2009).

Διάφορες μελέτες στην θάλασσα έδειξαν ότι τα μικροσκοπικά πλαστικά θραύσματα και οι ίνες είναι ευρέως διαδεδομένα. Οι Browne κ.ά. (2007) ανέφεραν ότι τα μικροπλαστικά αντιστοιχούν στο 80% του αριθμού των λαστιχένιων πλαστικών στις εκβολές του Tamar στο Ηνωμένο Βασίλειο (βλέπε Σχήμα 10) και οι Moore κ.ά. (2011) ανέφεραν ότι τα μικροπλαστικά συνεισφέρουν περίπου κατά 80% στο σύνολο των πλαστικών σκουπιδιών στην λεκάνη απορροής του Λος Άντζελες. Οι Browne κ.ά. (2010) απέδειξαν ότι τα μικροπλαστικά τείνουν να αποτελούνται από πυκνότερα πλαστικά και είναι πιο άφθονα στο στόμιο του ποταμού. Τα μικροπλαστικά συχνά αποτελούν μέρος του ιζήματος, τόσο στην παραλία όσο και στον πυθμένα της θάλασσας. Επί του παρόντος, δεν είναι σαφές εάν αυτή η καθίζηση θα μπορούσε πραγματικά να λειτουργήσει ως δεξαμενή για τα μικροπλαστικά και να μεταβάλει την έκθεσή τους στο περιβάλλον και την άγρια φύση (Zarfl et al., 2011).

Η KIMO Sweden έχει αξιολογήσει το σύνολο των μικροσκοπικών πλαστικών σωματιδίων που είναι μικρότερα από 4,5mm στα σουηδικά παράκτια ύδατα της Σουηδίας. Βρέθηκε μία σημαντικά υψηλότερη ποσότητα μικροπλαστικών σωματιδίων χρησιμοποιώντας ένα πλέγμα 80

μm, σε σύγκριση με την χρήση ενός πλέγματος 450 μm, για να συγκεντρωθούν τα δείγματα νερού. Μέχρι 100.000 φορές υψηλότερες συγκεντρώσεις μικρών πλαστικών ινών (150-2400 ανά m³) συλλέχθηκαν με το πλέγμα των 80μm με την υψηλότερη συγκέντρωση (102.000 ανά m³) να βρίσκεται τοπικά στο λιμάνι έξω από μία μονάδα παραγωγής πολυαιθυλενίου. Αυτό απεικονίζει την επίδραση των διαφορετικών μεθοδολογιών στα ευρήματα και στις τοπικές επιρροές.

Μια μελέτη στο νησί Kauai της Χαβάης διερεύνησε τις διεργασίες αποικοδόμησης που σχετίζονται με την παραγωγή μικροπλαστικών αναλύοντας τις σχέσεις μεταξύ της σύνθεσης σωματιδίων και της υφής επιφανείας σε πλαστικά που συλλέγονται από τις παραλίες (Cooper & Corcoran, 2010). Μετά από πάνω από δέκα ημέρες δειγματοληψίας, η έρευνα διαπίστωσε ότι, κατά μέσο όρο, 484 είδη από πλαστικό κατατίθενται στην παραλία καθημερινά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι πραγματοποιείται χημική διάσπαση (συνήθως προκαλούμενη από την έκθεση στο ηλιακό φως) και μηχανική διάσπαση (συνήθως από την κίνηση των ρευμάτων και την τριβή από πέτρες και άμμο).

Η εξέταση της υφής έδειξε ότι είχε σημειωθεί μηχανική διάβρωση στα περισσότερα δείγματα, παραδείγματος χάριν οι προσκρούσεις προκάλεσαν θραύσματα, η τριβή από την άμμο προκάλεσε αυλακώσεις και η επίδραση του αλατιού προκάλεσε εγκοπές. Σχεδόν στο μισό των πλαστικών δειγμάτων εντοπίστηκαν κοιλότητες, γεγονός που υποδεικνύει την εμφάνιση χημικών ανωμαλιών. Υπήρξε επίσης μια τάση όπου τα θραύσματα και γωνίες στα σωματίδια περιείχαν προϊόντα οξείδωσης, τα οποία υποδηλώνουν ότι τα θραύσματα που δημιουργήθηκαν από τις μηχανικές καιρικές συνθήκες απετέλεσαν ευνοϊκές θέσεις για τη χημική διάβρωση, η οποία εξασθενίζει περαιτέρω την επιφάνεια και προκαλεί την θραύση και το σπάσιμο του πλαστικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι το πολυαιθυλένιο έχει την δυνατότητα να αποικοδομείται πιο εύκολα από το πολυπροπυλένιο, καθώς είναι περισσότερο επιρρεπές στην διαδικασία οξείδωσης. Υπάρχει

μια πιθανότητα τα πρόσθετα να παρέχουν προτιμησιακές θέσεις για την συνεχιζόμενη αποικοδόμηση, όπως υποδεικνύεται από τα μικρά τεμάχια των οξειδωμένων περιοχών σε κατά τα άλλα ακέραια πλαστικά σφαιρίδια.

Οι O'Brine & Thompson (2010) διερεύνησαν την αποικοδόμηση των πλαστικών σακουλών μεταφοράς αντικειμένων. Μελέτησαν τα πλαστικά που περιέχουν λιπάσματα και οξο-βιοαποικοδομήσιμα υλικά (τα οποία περιέχουν μεταλλικά άλατα για να επιταχύνουν την διαδικασία αποικοδόμησης) και βρήκαν ότι τα λιπασματοποιήσιμα πλαστικά χάθηκαν εντελώς από τις ξύλινες πλατφόρμες στις οποίες είχαν συρραφθεί μέσα σε διάστημα 16 έως 24 εβδομάδες, ενώ το 98% του βιοαποικοδομήσιμο πλαστικό παρέμεινε μετά από 40 εβδομάδες. Η αύξηση των ποσοστών αποικοδόμησης του πλαστικού θα μπορούσε να έχει ακούσιες αρνητικές επιπτώσεις σε ορισμένες περιπτώσεις λόγω της πιθανότητας το πλαστικό να μην αποικοδομείται πλήρως στο θαλάσσιο περιβάλλον και συνεπώς θα μπορούσε να επιταχύνει την δημιουργία μικροπλαστικών.

Απαιτούνται καλύτερες μέθοδοι για την απομόνωση των μικροπλαστικών από τα επιφανειακά ύδατα, τα ιζήματα και τους οργανισμούς, καθώς και μέθοδοι έρευνας που να παράγουν συγκρίσιμα δεδομένα σε διάφορες μελέτες. Όπου είναι δυνατόν, θα μπορούσαν να προστεθούν μετρήσεις μικροπλαστικών σε υπάρχουσες και συνεχιζόμενες έρευνες πλαγκτόν, ειδικά σε παράκτιες περιοχές (Arthur et al., 2009). Στην ομάδα εργασίας εμπειρογνομόνων για τις επιστημονικές πτυχές της προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος (GESAMP) σχετικά με το θέμα αυτό, ζητήθηκε μια ταξινόμηση των πλαστικών σωματιδίων όσον αφορά στο μέγεθος, το σχήμα, την πυκνότητα, τη χημική σύνθεση και τις ιδιότητες, καθώς και την ηλικία σωματιδίων (Bowmer & Kershaw, 2010). Αυτό θα μπορούσε να ενσωματωθεί σε πιο συγκεκριμένα πρότυπα που ορίζουν την καλή περιβαλλοντική κατάσταση στο MFSD της ΕΕ και θα βοηθήσει στην ανάπτυξη

κατευθυντήριων γραμμών δειγματοληψίας και υποβολής εκθέσεων.

2.9 Επιπτώσεις των πλαστικών αποβλήτων στην υγεία

Τα πλαστικά απόβλητα παρουσιάζουν διάφορες επιπτώσεις στην υγεία των οικοσυστημάτων και των ανθρώπων. Ορισμένα από αυτά είναι πιο προφανή και σαφώς αποδεδειγμένα, για παράδειγμα, το μπλέξιμο των ειδών της θαλάσσιας άγριας πανίδας στα πλαστικά αντικείμενα. Άλλες είναι πιο ανεπαίσθητες και δεν έχουν γίνει ιδιαίτερα κατανοητές, όπως η μεταφορά και η πιθανή συγκέντρωση μολυσματικών ουσιών από πλαστικά απορρίμματα. Και πάλι, φαίνεται να υπάρχει περισσότερη παρακολούθηση των επιπτώσεων επί της οικολογικής και της ανθρώπινης υγείας στο θαλάσσιο περιβάλλον παρά στην ξηρά.

Παρόλο που υπάρχουν ελάχιστες έρευνες σχετικά με τις συγκεκριμένες επιπτώσεις των πλαστικών αποβλήτων στην άγρια φύση της ξηράς, υπάρχει ανησυχία ότι οι χώροι υγειονομικής ταφής που έχουν υποστεί λανθασμένη διαχείριση θα μπορούσαν να οδηγήσουν είτε στην διαφυγή πλαστικών απορριμμάτων είτε στην διαφυγή των στραγγισμάτων που περιέχουν τις χημικές ουσίες που συνδέονται με το πλαστικό. Επιπλέον, οι ανεπίσημες μέθοδοι ανακύκλωσης, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, μπορούν να προκαλέσουν την έκλυση χημικών ουσιών στο περιβάλλον, για παράδειγμα, την καύση καλωδίων με επικάλυψη από πλαστική ύλη για την εξαγωγή μετάλλου.

Το UNEP (2006) υποστηρίζει ότι τα πλαστικά απόβλητα προκαλούν το θάνατο έως και ενός εκατομμυρίου θαλάσσιων πτηνών, 100.000 θαλάσσιων θηλαστικών και αμέτρητων ψαριών μέσω διαφόρων επιπτώσεων. Αν και αυτό το στοιχείο είναι χρήσιμο για την ευαισθητοποίηση, είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι προέκυψε από την κλιμακοποίηση μικρότερων δειγμάτων από μία μελέτη στον Καναδά

(NOAA, 2010). Πιθανότατα μια ακριβέστερη αναπαράσταση είναι εκείνη που καταρτίστηκε από τον Laist (1997), ο οποίος ανέφερε ότι τουλάχιστον 267 διαφορετικά είδη είναι γνωστό ότι υπέστησαν τις επιπτώσεις των πλαστικών αποβλήτων. Αυτό περιλαμβάνει το 86% όλων των ειδών θαλάσσιων χελωνών, το 44% όλων των θαλάσσιων πτηνών και το 43% όλων των θαλάσσιων θηλαστικών ειδών (Laist, 1997). Αυτό είναι πιθανό να μην είναι πλέον ακριβές καθώς ο κατάλογος καταρτίστηκε πριν από δέκα χρόνια και, ακόμη και με την ενημέρωση του καταλόγου, υπάρχει πιθανώς ένας μεγάλος αριθμός ειδών που δεν έχουν μελετηθεί και ως εκ τούτου οι επιπτώσεις δεν περιλαμβάνονται. Υπάρχει τεράστιος όγκος βιβλιογραφίας σχετικά με την κατάποση και την εμπλοκή και ο Πίνακας 1 παραθέτει παραδείγματα γνωστών επιπτώσεων στην άγρια φύση όσον αφορά στην εμπλοκή και την κατάποση. Ο κατάλογος αυτός δεν είναι ακόμη πλήρης, αλλά δίνει μια καλή ένδειξη των επιπτώσεων.

Πίνακας 1. Αριθμός και ποσοστό θαλάσσιων ειδών με τεκμηριωμένες καταγραφές εμπλοκής και κατάποσης από τους Mudgal et al. (2011)

Ομάδα ειδών	Συνολικός αριθμός ειδών παγκοσμίως	Αριθμός και% των ειδών με αναφορές εμπλοκής	Αριθμός και% των ειδών με αναφορές κατάποσης
Θαλάσσιες χελώνες	7	6 (86%)	6 (86%)
Θαλασσοπούλια	312	51 (16%)	111 (36%)
Πιγκουίνοι	16	6 (38%)	1 (6%)
Γρεβές	19	2 (10%)	0
Άλμπατρος, θαλασσοβάτης,	99	10 (10%)	62 (63%)

μύχος			
Πελεκάνοι, σουλίδες, κορμοράνοι, φρεγατίδες, τροπικά πουλιά	51	11 (22%)	8 (16%)
Ελόβια πτηνά, sjuas, γλάροι, γλαρόνια, άλκες	122	22 (18%)	40 (33%)
Άλλα πουλιά	-	5	0
Θαλάσσια θηλαστικά	115	32 (28%)	26 (23%)
Φάλαινες Baleen	10	6 (60%)	2 (20%)
Οδοντωτές φάλαινες	65	5 (8%)	21 (32%)
Φώκιες και θαλάσσια λιοντάρια	14	11 (79%)	1 (7%)
Φώκιες	19	8 (42%)	1 (5%)
Μανάτοι και ντουγκόνγκ	4	1 (25%)	1 (25%)
Άλλα θαλάσσια	1	1 (100%)	0
Ψάρια	-	34	33
Οστρακόδερμα	-	8	0

Καλαμάρια	-	0	1
Σύνολο ειδών		136	177

2.9.1 Εμπλοκή ειδών της άγριας θαλάσσιας πανίδας στα πλαστικά απόβλητα

Η εμπλοκή της άγριας πανίδας στο πλαστικό μπορεί να συμβεί με διάφορους τρόπους και τα αποτελέσματα μπορεί να είναι καταστροφικά. Η έρευνα στον τομέα αυτό τείνει να περιορίζεται σε ορισμένα είδη και σε ορισμένες τοποθεσίες και είναι δύσκολο να κατανοήσουμε τα μεταβαλλόμενα ποσοστά εμπλοκής. Μόλις ένα ζώο μπλεχτεί μπορεί να πνιγεί, να υποστεί πληγές ή να μην μπορεί πια να πιάσει τροφή ή να αποφύγει τα αρπακτικά. Έχει τεκμηριωθεί ότι οι νεαρές φώκιες έχουν πληγεί σοβαρά και φαίνεται ότι η πτώση των αριθμών φώκιας στην Χαβάη έχει επιδεινωθεί λόγω της εμπλοκής των νεαρών ζώων. Το 1976 εκτιμήθηκε ότι έως και 40.000 φώκιες θανατώνονταν ετησίως λόγω της εμπλοκής σε πλαστικά.

Οι πιο σημαντικές πηγές πλαστικού που είναι υπεύθυνες για την εμπλοκή είναι τα αλιευτικά δίκτυα και άλλα εργαλεία (επίσης γνωστά ως «αλιεία φάντασμα») τα οποία εγκαταλείπονται ή χάνονται, πλαστικά συσκευασίας και πλαστικό σχοινί. Η αλιεία φάντασμα μπορεί να παγιδεύει και να σκοτώσει ψάρια, κάτι που μπορεί να μειώσει τα αλιεύματα στην αλιεία. Δεν περιορίζεται στα επιφανειακά ύδατα, καθώς οι οργανισμοί μπορούν να πιαστούν στα αλιευτικά εργαλεία και κατά την διέλευση από τον θαλάσσιο βυθό και επειδή είναι ανθεκτικά, είναι πιθανό να παραμείνουν εκεί σχεδόν απεριόριστα. Για παράδειγμα, ένα τμήμα μήκους 1500 μέτρων βρέθηκε νότια των Αλεουτινών Νήσων που περιείχαν 99 θαλάσσια πτηνά, 2 καρχαρίες και 75 σολομούς και το δίκτυο εκτιμάται ότι επέπλεε για περίπου ένα μήνα και ότι είχε ταξιδέψει πάνω από 60 μίλια. Οι τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν την

διάρκεια ζωής μιας τέτοιας μάζας όπου για παράδειγμα, σε ήρεμα νερά, το δίκτυο μπορεί να συνεχίσει να «ψαρεύει» για δεκαετίες, ενώ τα δίκτυα σε περιοχές μεγάλης διόγκωσης και δραστηριότητας καταιγίδας είναι πιθανότερο να αποσπαστούν και να καταστραφούν (Allsopp et al., 2006). Τα αλιευτικά εργαλεία μπορούν επίσης να καταστρέφουν τους κοραλλιογενείς υφάλους με την προσκόλλησή τους σε κοράλλια και την πρόκληση σπασίματος των κοραλλιών. Στην συνέχεια μπορούν να πιαστούν στα δίκτυα και να προκαλέσουν περισσότερες ζημιές.

2.9.2 Κατάποση πλαστικών απορριμμάτων

Οι βλάβες στην άγρια πανίδα που προκαλούνται από την κατάποση πλαστικό ποικίλλουν, ανάλογα με το πεπτικό σύστημα, την ποσότητα και τον τύπο του πλαστικού που λαμβάνεται και το στάδιο ανάπτυξης του ζώου. Για παράδειγμα, ορισμένα πτηνά (procellariiformes - μια ομάδα πτηνών που περιλαμβάνει τα άλμπατρος) είναι πιο ευάλωτα επειδή γενικά δεν μηρυκάζουν τα πλαστικά. Κατά την σίτιση των νεοσσών τους, μπορούν να μηρυκάσουν τα περιεχόμενα (συμπεριλαμβανομένων των πλαστικών) των μεγαλύτερων στομαχιών τους, αλλά διατηρούν τα πλαστικά στο δεύτερο μυϊκό στομάχι τους. Οι Fry κ.ά. (1987) διαπίστωσαν ότι το 90% των νεοσσών του Laysan albatross είχαν πλαστικά συντρίμια στην άνω οδό τους, πιθανότατα ως αποτέλεσμα της σίτισης από τους γονείς. Περαιτέρω ενδείξεις πλαστικής κατάποσης από το είδος Laysan albatross προέρχονται από μελέτες των Auman κ.ά. (1998) και Young κ.ά. (2009).

Ένα σημαντικό αποτέλεσμα της κατάποσης είναι η μειωμένη όρεξη, καθώς το ζώο αισθάνεται το στομάχι πλήρες. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε λιμοκτονία. Ο Ryan (1988) διερεύνησε αυτό το φαινόμενο πειραματικά με την τροφοδοσία σφαιριδίων πολυαιθυλενίου σε οικόσιτα κοτόπουλα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κατάποση πλαστικών μείωσε τον όγκο του στομάχου και συνεπώς το μέγεθος του γεύματος. Οι Spear κ.ά. (1995)

έδειξαν ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των πλαστικών σωματιδίων που καταναλώνονται, τόσο χειρότερη είναι η φυσική κατάσταση (σωματικό βάρος) στα θαλασσοπούλια στον τροπικό Ειρηνικό.

Η κατάποση του πλαστικού μπορεί να προκαλέσει σοβαρότερη παρεμπόδιση του πεπτικού συστήματος και εσωτερικούς τραυματισμούς. Οι θαλάσσιες χελώνες ήταν ιδιαίτερα επιρρεπείς σε αυτό, αλλά οι μελέτες διαφέρουν ως προς τα ευρήματά τους ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή. Οι Tomas κ.ά. (2002) διαπίστωσαν ότι πάνω από τα τρία τέταρτα ενός δείγματος χελωνών καταφυγίων που αλιεύτηκαν από ψαράδες στη δυτική Μεσόγειο είχαν καταπιεί πλαστικά απορρίμματα, ενώ οι Casale κ.ά. (2008) διαπίστωσαν ότι το ήμισυ περίπου του δείγματός τους στην κεντρική Μεσόγειο είχαν καταπιεί πλαστικά. Οι Lazar και Gracan (2011) διαπίστωσαν ότι πάνω από το ένα τρίτο των θαλάσσιων χελωνών είχε καταπιεί πλαστικά απόβλητα. Αυτό δείχνει την γεωγραφική και ενδεχομένως και την χρονική διακύμανση των καταγραφών κατάποσης πλαστικών αποβλήτων, παρά τις έρευνες που αφορούν στο ίδιο είδος.

Μεταξύ των κητοειδών (θηλαστικά που είναι καλύτερα προσαρμοσμένα στην υδρόβια ζωή), έχουν καταγραφεί τουλάχιστον 26 είδη με πλαστικά στο στομάχι τους (Denuncio et al., 2011). Μια πρόσφατη μελέτη σχετικά με τα δελφίνια φραγκισκάνα που αλιεύτηκαν τυχαία στην Αργεντινή διαπίστωσε ότι το 28% του δείγματος είχε πλαστικά υπολείμματα στα στομάχια τους (Denuncio et al., 2011). Τα υπολείμματα συσκευασίας (σελοφάν, τσάντες και ζώνες) βρέθηκαν σε λιγότερο από τα δύο τρίτα αυτών των δελφινιών, ενώ μόλις πάνω από το ένα τρίτο είχαν καταπιεί θραύσματα αλιευτικών εργαλείων (σχοινιά και δίχτυα). Η κατάποση του πλαστικού ήταν υψηλή στα απογαλακτισμένα δελφίνια, πιθανώς επειδή τα νεαρά δελφίνια μαθαίνουν ακόμα πώς να πιάνουν το θήραμα και μπερδεύουν το πλαστικό για τρόφιμο.

Επίσης σε αυτό το στάδιο ζωής, τα βαρέα μέταλλα, όπως ο υδράργυρος και το κάδμιο, αρχίζουν να βιοσυσσωρεύονται. Θα μπορούσε να ισχύει

ότι, αν και η κατάποση πλαστικών από μόνη της δεν είναι θανατηφόρα, όταν συνδυάζεται με άλλες επιπτώσεις, θα μπορούσε να προκαλέσει ένα θανατηφόρο σωρευτικό αποτέλεσμα. Με την σειρά της, αυτή η αλληλεπίδραση θα μπορούσε να είναι πιο πιθανή σε ορισμένα σημεία της ζωής ενός ζώου, όπως ακριβώς μετά τον απογαλακτισμό στα δελφίνια φραγκισκάνα. Αυτού του είδους οι πληροφορίες θα μπορούσαν να είναι χρήσιμες στην διαχείριση της περιβαλλοντικής διατήρησης.

Οι Murray και Cowie (2011) διερεύνησαν την κατάποση πλαστικών από το είδος *Nephrops norvegicus* (λαγκουστίνες). Βρήκαν ότι το 81% του δείγματος είχαν καταπιεί πλαστικά, κυρίως με την μορφή νηματίων, αλλά και μπερδεμένες μπάλες από πλαστικά νήματα. Σε μια παράλληλη πειραματική μελέτη, διαπίστωσαν επίσης ότι το είδος *N. norvegicus* που τράφηκε με ψάρια που περιείχαν πλαστικό προσέλαβαν τα νήματα, αλλά δεν τα απέβαλαν. Παρόλο που οι οικολογικές επιπτώσεις είναι αβέβαιες, πρόκειται για ένα εμπορικό είδος που αλιεύεται σε μεγάλη κλίμακα και η παρουσία πλαστικού στο στομάχι του μπορεί να έχει επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, ιδιαίτερα όσον αφορά στις χημικές ουσίες που μετακινούνται από το πλαστικό στην σάρκα.

2.9.3 Κατάποση μικροπλαστικών

Οι συγκεκριμένες επιπτώσεις των μικροπλαστικών αποτελούν μια ολοένα και μεγαλύτερη ανησυχία αλλά και έναν τομέα που δεν έχει γίνει ιδιαίτερα καλά κατανοητός (Browne et al., 2008), καθώς είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν τα μικροπλαστικά στους ζωικούς ιστούς. Πειραματικές μελέτες έχουν αποκαλύψει ότι τα αμφίποδα, τα θυσανόποδα και τα κόκκινα σκουλήκια της άμμου καταπίνουν μικροπλαστικά (Thompson et al., 2004). Μελέτες σε μύδια (Browne et al., 2008) έδειξαν ότι τα μικροπλάσματα μεταφέρονται από το έντερο στο κυκλοφορικό σύστημα μέσα σε 3 ημέρες και στην συνέχεια παραμένουν στην κυκλοφορία για πάνω από 48 ημέρες. Η έρευνα έδειξε επίσης

μεγαλύτερο αριθμό μικρότερων σωματιδίων (μικροσφαιρίδια 3,0 μm) στο κυκλοφορικό υγρό σε σχέση με τα μεγαλύτερα σωματίδια (μικροσφαιρίδια 9,6 μm), γεγονός που δείχνει ότι αυτά τα μικρότερα σωματίδια έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες συσσώρευσης στους ιστούς των οργανισμών. Η μελέτη δεν εντόπισε σημαντικές τοξικολογικές επιδράσεις, αλλά αυτές μπορεί να εμφανιστούν μετά από μεγαλύτερη περίοδο έκθεσης (όπως συμβαίνει στο φυσικό περιβάλλον). Η έρευνα για την τελική τύχη των μικροπλαστικών μετά την κατάποση είναι ακόμη ελάχιστη και απαιτούνται περισσότερες γνώσεις σχετικά με τις διαδικασίες με τις οποίες μετακινούνται στο κυκλοφορικό σύστημα

2.9.4 Υπο-θανατηφόρες επιπτώσεις της κατάποσης πλαστικών αποβλήτων

Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να συναχθεί με βεβαιότητα ότι η κατάποση πλαστικών απορριμμάτων έχει προκαλέσει θάνατο, για παράδειγμα, μια νεαρή χελώνα στην μελέτη των Lazar και Gracan (2011) είχε καταπιεί αρκετό πλαστικό το οποίο κατέλαβε το μεγάλο μέρος του στομάχου της και ήταν πολύ πιθανό να προκαλέσει θάνατο. Τέτοιες παρατηρήσεις είναι σπάνιες. Παρόλα αυτά, υπάρχουν πολυάριθμες υπο-θανατηφόρες επιπτώσεις στην κατάποση πλαστικών αποβλήτων και απαιτείται περισσότερη έρευνα για να κατανοηθούν αυτές και για να καθοριστεί εάν τα ζώα μπορούν να περάσουν το πλαστικό μέσα από το έντερό τους ή αν κάποια πλαστικά παραμένουν εντός τους καθ' όλη την διάρκεια της ζωής τους (Boerger et al., 2010).

Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει στην άμβλυνση των αρνητικών επιπτώσεων προτού απειληθούν οι πληθυσμοί, παρά στην αναμονή για μείωση του πληθυσμού (Williams et al., 2011). Τα αποτελέσματα που σχετίζονται με χημικές ουσίες που αποτελούν μέρος του πλαστικού ή που μεταφέρονται από πλαστικό μπορεί επίσης να είναι υπο-θανατηφόρες. Θα μπορούσαν επίσης να υπάρξουν άλλες επιπτώσεις που δεν συνδέονται

απαραίτητα με την πέψη, για παράδειγμα, η πλαστική κατάποση θα μπορούσε να αυξήσει την πλευστότητα των ψαριών, καθιστώντας δύσκολη την μεσοπελαγική αλιεία να επιστρέψει στα βαθύτερα νερά (Boerger et al., 2010).

Έχει προταθεί ότι η έρευνα σχετικά με την κατάποση μπορεί να μην είναι σωστή, καθώς τα ζώα που μελετήθηκαν είναι εκείνα που έχουν απομονωθεί και ενδέχεται να είχαν «μη φυσιολογικά» πρότυπα τροφής πριν από το θάνατό τους. Εντούτοις, στην μελέτη τους με την παρακολούθηση του βόρειου φουλμάρου, οι van Franeker & Meijboom (2002) συνέκριναν τα πτηνά που βρέθηκαν αποκλεισμένα και πέθαναν από την πείνα με αυτά που πέθαναν κατά λάθος, όπως από σύγκρουση, και βρήκαν την ίδια ποσότητα πλαστικού μέσα στα στομάχια και στις δύο ομάδες. Αυτό δείχνει ότι τα πτηνά που βρέθηκαν αποκλεισμένα μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικά του «υγιούς» πληθυσμού. Θα χρειαστούν παρόμοιες αξιολογήσεις κατά την έναρξη των εργασιών παρακολούθησης άλλων ειδών.

Μία έρευνα στην Βρετανική Κολούμπια του Καναδά (Williams et al., 2011) προσπάθησε να εντοπίσει το πού αλληλεπικαλύπτονται τα θαλάσσια ζώα και τα θαλάσσια απορρίμματα με χαρτογράφηση και υπέρθεσης της κατανομής και των δύο. Συνδύασαν τα αποτελέσματα των ερευνών και μοντελοποίησαν τόσο την κατανομή των θαλάσσιων απορριμμάτων όσο και την κατανομή 11 θαλάσσιων ζώων. Οι περιοχές αλληλεπικάλυψης εντοπίστηκαν και οι ερευνητές πρότειναν ότι θα πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στις περιοχές υψηλής επικάλυψης στην μελλοντική έρευνα. Υπογράμμισαν επίσης το γεγονός ότι πολλά από τα είδη που είναι πιο πιθανό να καταναλώσουν πλαστικό δεν είναι προστατευόμενα είδη και υπάρχει ελάχιστη ενσωμάτωση της ευπάθειας στα πλαστικά απορρίμματα ή της εμπλοκής στην πολιτική της προστασίας.

Παρόλο που αυτή η μελέτη έχει χρησιμοποιήσει την μοντελοποίηση για να εκτιμήσει τις επιπτώσεις μεγαλύτερης κλίμακας, το σύνολο των

δεδομένων της ήταν περιορισμένο και εξακολουθεί να είναι πολύ δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν οι θάνατοι ή οι επιπτώσεις σε επίπεδο πληθυσμού. Υπάρχει ανάγκη για περισσότερο συντονισμό μεταξύ των δεδομένων και των περιοχών. Κάθε κλιμάκωση θα πρέπει να γίνεται σε ένα βέλτιστο επίπεδο, δηλαδή σε μια κατάλληλη περιφερειακή κλίμακα, καθώς υπάρχει μεγάλη γεωγραφική μεταβλητότητα στο επίπεδο των πλαστικών αποβλήτων.

2.10 Πιθανός αντίκτυπος των χημικών ουσιών στην ανθρώπινη υγεία και στα οικοσυστήματα

Ένας λιγότερο γνωστός αντίκτυπος που θα μπορούσε να προκύψει από την κατάποση, την εμπλοκή και την ανεπαρκή διαχείριση των αποβλήτων είναι ο αντίκτυπος των χημικών ουσιών στους ανθρώπους και στα οικοσυστήματα, που περιέχονται είτε σε πλαστικό υλικό είτε μεταφέρονται με πλαστικά απόβλητα. Το πλαστικό δεν είναι αδρανές, αλλά περιέχει αρκετές χημικές ουσίες με τοξικό δυναμικό. Έχει επίσης την δυνατότητα να μεταφέρει ρύπους. Αν και πολλά είναι γνωστά για τον αντίκτυπο των ίδιων των χημικών ουσιών, εξακολουθούν να υπάρχουν πολλά ερωτήματα σχετικά με τον ρόλο των πλαστικών και των πλαστικών αποβλήτων στην έκθεση ανθρώπων και άγριων ζώων σε αυτές τις χημικές ουσίες (Lee et al., 2015).

2.10.1 Τοξικά μονομερή

Τα πολυμερή αποτελούνται από επαναλαμβανόμενες υπομονάδες ή «μονομερή» και ορισμένα από τα κύρια πλαστικά (για παράδειγμα, το PVC και το πολυστυρένιο) έχουν βρεθεί ότι απελευθερώνουν τοξικά μονομερή που συνδέονται με τον καρκίνο και προβλήματα στο

αναπαραγωγικό σύστημα. Συχνά, κατά την διάρκεια της παραγωγής πλαστικών, οι αντιδράσεις πολυμερισμού δεν είναι πλήρεις και τα μονομερή που δεν αντέδρασαν μπορούν να βρεθούν στο τελικό υλικό.

Τα πολυμερή μπορούν επίσης να διασπαστούν σε μονομερή με θερμότητα, υπεριώδη ακτινοβολία, μηχανική δράση και άλλα χημικά. Οι Lithner κ.ά. (2011) κατέταξαν 55 πολυμερή ως προς τους κινδύνους στο περιβάλλον και την υγεία με βάση την ταξινόμηση επικινδυνότητας των μονομερών συστατικών τους από τον κανονισμό ταξινόμησης, επισήμανσης και συσκευασίας της ΕΕ. Τριάντα ένα από αυτά προέρχονταν από μονομερή που ανήκουν στα δύο χειρότερα επίπεδα κινδύνου και πολλά έχουν υψηλή παγκόσμια ετήσια παραγωγή. Η μελέτη έδειξε ότι το PVC πρέπει να τύχει ιδιαίτερης προσοχής επειδή περιέχει καρκινογόνο μονομερές και παράγεται παγκοσμίως σε μεγάλες ποσότητες. Η μελέτη δεν περιελάμβανε τους κινδύνους από τα πρόσθετα και αυτό θα μπορούσε να αυξήσει την κατάταξη κινδύνου πολλών πολυμερών.

2.10.2 Πλαστικά πρόσθετα

Το πλαστικό περιέχει χημικά ή πρόσθετα που προσδίδουν ορισμένες ιδιότητες. Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα προσθέτων, αλλά ίσως τα πιο σχετικά με την οικολογία και την ανθρώπινη υγεία είναι τα εξής:

1. Η δισφαινόλη Α είναι ένα μονομερές που χρησιμοποιείται για την κατασκευή σκληρού, διαυγούς πλαστικού για δοχεία τροφίμων και ποτών από πολυανθρακικό, θήκες CD και πολλά άλλα καταναλωτικά προϊόντα. Είναι ένας ενδοκρινικός διαταρακτής και δρα όπως η γυναικεία ορμόνη οιστρογόνο. Διαλύεται σε μεταβλητές ποσότητες και για διαφορετικά χρονικά διαστήματα, ανάλογα με το προϊόν και τις συνθήκες, δηλ. απελευθερώνεται ευκολότερα σε υψηλότερες θερμοκρασίες και με αλλαγές στην οξύτητα. Η πρόωπη ανάπτυξη φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις επιπτώσεις του, με ένα αυξανόμενο

σύνολο αποδεικτικών στοιχείων για συσχετίσεις με χρόνιες παθήσεις, συμπεριλαμβανομένων καρδιαγγειακών παθήσεων και διαβήτη τύπου 2 και με ορμονικές αλλαγές στους ενήλικες (Galloway κ.ά., 2010, Melzer κ.ά., 2011). Πειράματα σε ζώα έχουν αποκαλύψει ότι η δισφαινόλη Α προκαλεί διάφορες επιπτώσεις στα αναπαραγωγικά συστήματά τους, καθώς και αυξήσεις του σωματικού βάρους και της αντίστασης στην ινσουλίνη. Μια μεγάλη ανησυχία είναι ότι αυτές οι ανεπιθύμητες ενέργειες σχετίζονται με τις τρέχουσες τάσεις των ασθενειών στους ανθρώπινους πληθυσμούς, όπως οι αυξήσεις στον καρκίνο του προστάτη, τον καρκίνο του μαστού, μειώσεις των σπερματοζωαρίων, αποβολές, παχυσαρκία και ο διαβήτης τύπου 2 (Oehlmann κ.ά., 2009).

2. Οι φθαλικές ενώσεις (διεστέρες 1,2-βενζολοδικαρβοξυλικού οξέος) είναι μια ομάδα βιομηχανικών χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται ως πλαστικοποιητές, οι οποίοι καθιστούν τα πλαστικά, όπως το PVC, πιο εύκαμπτα ή ανθεκτικά. Είναι εξαιρετικά διαδεδομένες και βρίσκονται σε αντικείμενα, όπως παιχνίδια, συσκευασίες τροφίμων, σωλήνες, αδιάβροχα, κουρτίνες ντους και δάπεδα βινυλίου. Οι φθαλικές ενώσεις υψηλού μοριακού βάρους (π.χ. δι(2-αιθυλεξυλ) φθαλικός εστέρας, DEHP) χρησιμοποιούνται κυρίως ως πλαστικοποιητές, αλλά οι φθαλικές ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους (π.χ. φθαλικό διαιθύλιο, DEP) χρησιμοποιούνται ως διαλύτες σε προϊόντα προσωπικής φροντίδας.

Αυτό σημαίνει ότι οι πηγές φθαλικών ενώσεων στο περιβάλλον είναι πολλές. Ορισμένες φθαλικές ενώσεις έχουν αποδειχθεί ότι λειτουργούν ως ενδοκρινικοί διαταρακτές και έχουν αντι-ανδρογόνο δράση. Δεν συνδέονται χημικά με την πλαστική μήτρα, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν εύκολα να διαρρεύσουν από τα προϊόντα για να μολύνουν το περιβάλλον (Talness κ.ά., 2009). Υπάρχουν πειραματικές ενδείξεις αρνητικών επιπτώσεων στα αναπαραγωγικά συστήματα των ζώων και αυτές μοιάζουν με τις ανθρώπινες αναπαραγωγικές διαταραχές, ιδίως το σύνδρομο δυσγενεσίας των όρχεων, γεγονός που υποδεικνύει μια πιθανή σχέση μεταξύ της έκθεσης στις φθαλικές ενώσεις και της ανθρώπινης

ασθένειας. Ωστόσο, οι δοσολογίες σε μελέτες σε ζώα είναι πιθανόν να είναι πολύ υψηλότερες από τα επίπεδα έκθεσης στους ανθρώπους. Έχουν γίνει επίσης συνδέσεις μεταξύ της έκθεσης σε φθαλικές ενώσεις και της παχυσαρκίας και των αλλεργιών.

3. Τα βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας θεωρούνται απαραίτητα για τα πλαστικά για λόγους ασφαλείας. Συνηθισμένα παραδείγματα αυτών είναι οι πολυβρωμοδιφαινυλεστέρες (PBDEs) και η τετραβρωμοδιφαινόλη A (TBBPA). Προστίθενται σε μια ποικιλία καταναλωτικών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των υφασμάτων και των θερμοπλαστικών που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική, π.χ. τηλεοράσεις και υπολογιστές. Μελέτες υποδεικνύουν ότι τα PBDE και TBBPA επιφέρουν ορμονικές διαταραχές, ιδίως στα οιστρογόνα και τις θυρεοειδικές ορμόνες και ότι η έκθεση στα PBDE εμποδίζει την ανάπτυξη του αναπαραγωγικού και του νευρικού συστήματος.

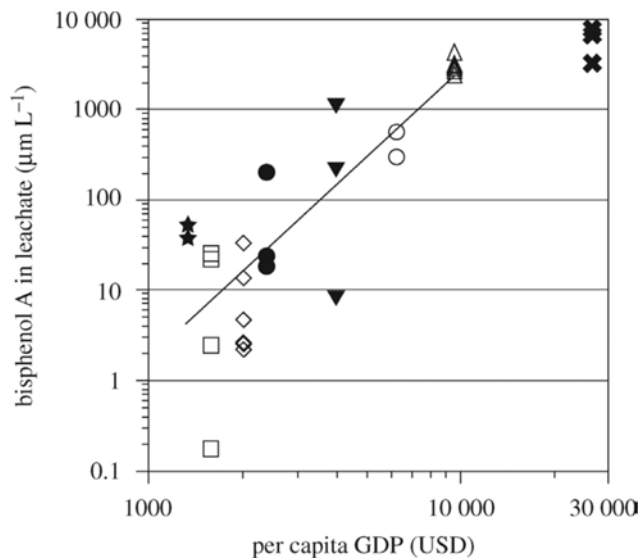
Οι πιθανές επιβλαβείς επιδράσεις αυτών των χημικών ουσιών έχουν τεκμηριωθεί (βλ. Talsness κ.ά., 2009, Oehlmann κ.ά., 2009, Hengstler κ.ά., 2011), όπως και η παρουσία τους στο περιβάλλον και στα βιολογικά συστήματα της άγριας πανίδας και τους ανθρώπους (Koch & Calafat, 2009). Υπάρχουν ορισμένες διαφορές μεταξύ των διαφορετικών δημογραφικών ομάδων και ιδιαίτερα ανησυχητικές είναι οι υψηλότερες συγκεντρώσεις δισφαινόλης A και φθαλικών ενώσεων σε μικρά παιδιά.

Η δισφαινόλη A και οι φθαλικές ενώσεις μεταβολίζονται γρήγορα όταν εισάγονται, αλλά η συγκέντρωσή τους στους ιστούς ποικίλλει μεταξύ των ειδών στην ίδια έκθεση. Ο παράγοντας βιοσυγκέντρωσης είναι η συγκέντρωση μιας χημικής ουσίας στον ιστό του είδους σε σύγκριση με την συγκέντρωσή του στο περιβάλλον. Παραδείγματος χάριν, οι παράγοντες βιοσυγκέντρωσης της φθαλικής ένωσης DEHP (δισ (2-αιθυλεξυλ) φθαλικός εστέρας) είναι μεταξύ 42 και 842 σε ψάρια, αλλά είναι 3600 στα αμφίποδα και 2500 σε ένα είδος μυδιού (Oehlmann κ.ά., 2009).

Μια ανασκόπηση από τους Talsness κ.ά. (2009) έχει εντοπίσει αρκετές

μελέτες που αποδεικνύουν ότι η δισφαινόλη A εκλύεται από προϊόντα που έχουν απορριφθεί σε χώρους υγειονομικής ταφής και εισέρχονται στα υπόγεια ύδατα, μολύνοντας ποτάμια, ρυάκια και πόσιμο νερό. Επειδή η δισφαινόλη A διασπάται αργά, η ένωση μπορεί να συσσωρευτεί σε νερά και να βλάψει τα ψάρια και την υδρόβια ζωή. Από έρευνα σε 10 τοποθεσίες υγειονομικής ταφής στην Ιαπωνία διαπιστώθηκαν συγκεντρώσεις δισφαινόλης A που κυμαίνονται από 1,3 έως 17,200 μg ανά λίτρο με μέση συγκέντρωση 269 μg ανά λίτρο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι συγκεντρώσεις υπερέβησαν το επίπεδο πάνω από το οποίο θεωρήθηκε τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς. Τα πλαστικά απόβλητα ήταν ο κύριος τύπος αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής με τα υψηλότερα επίπεδα δισφαινόλης A, υποδεικνύοντας ότι τα πλαστικά απόβλητα αποτελούν σημαντική πηγή δισφαινόλης A.

Οι Teuten κ.ά., (2009) πρότειναν ότι η μετανάστευση των προσθέτων από το πλαστικό στα στραγγίσματα των χώρων υγειονομικής ταφής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους των πόρων του πλαστικού, του μοριακού μεγέθους του προσθέτου και της φύσης των στραγγισμάτων, την οξύτητα και το οργανικό περιεχόμενο. Συγκρίνοντας μελέτες σχετικά με τις χημικές ουσίες που προκαλούν ενδοκρινικές διαταραχές στις τροπικές ασιατικές χώρες, οι Teuten κ.ά. (2009) βρήκαν στοιχεία ότι οι περισσότερο βιομηχανοποιημένες χώρες (Μαλαισία και Ταϊλάνδη) είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις δισφαινόλης A στα στραγγίσματα των χώρων υγειονομικής ταφής σε σχέση με τις λιγότερο βιομηχανικές χώρες (π.χ. Λάος και Καμπότζη). Πρότειναν ότι ο πιο πιθανός λόγος για αυτό είναι η μεγαλύτερη χρήση πλαστικών στις βιομηχανικές χώρες, γεγονός που δημιουργεί περισσότερα πλαστικά απόβλητα (Εικόνα 5).



Εικόνα 5 Σχέση μεταξύ των συγκεντρώσεων δισφαινόλης Α στα στραγγίσματα και του κατά κεφαλήν ΑΕΠ των ασιατικών χωρών (Teuten κ.ά., 2009)

Σε περίπτωση κακής διαχείρισης, οι διαδικασίες ανακύκλωσης μπορούν να προκαλέσουν την απελευθέρωση χημικών ουσιών από τα πλαστικά στο περιβάλλον με επακόλουθες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Αυτό μπορεί να συμβαίνει στην περίπτωση ηλεκτρονικών αποβλήτων, τα οποία εξάγονται εκτός Ευρώπης όπου ανακυκλώνονται σε μικρά εργαστήρια, μερικές φορές χωρίς κατάλληλο εξοπλισμό, συχνά με καύση για να εξαχθούν τα πολύτιμα μέταλλα. Η διάσπαση και η τήξη των πλαστικών απελευθερώνουν τοξικές χημικές ουσίες, για παράδειγμα, τα σύρματα χαλκού συχνά ανακτώνται με καύση των προστατευμένων καλωδίων PVC και PBDE και μπορούν να απελευθερώνουν τοξικές χλωριωμένες και βρωμιούχες διοξίνες (PCDD / PBDD) και φουράνια (PCDF / PBDF). Οι Tian κ.ά. (2014) έδειξαν ότι η καύση του PVC με άλλα πλαστικά στο εργαστήριο παρήγαγε σημαντικά επίπεδα PAH (πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες) και αυτά συσχετίστηκαν έντονα με την περιεκτικότητα σε πλαστικοποιητές. Οι Wong κ.ά. (2007) μελέτησαν τις συγκεντρώσεις των έμμονων οργανικών ρύπων σε μια επαρχία στην Κίνα, η οποία αποτελούσε έναν χώρο εντατικής ηλεκτρονικής ανακύκλωσης απορριμμάτων. Σε σύγκριση με τα επίπεδα

των χημικών ουσιών σε άλλες τοποθεσίες και τις κατευθυντήριες γραμμές που υιοθετήθηκαν από άλλες χώρες, ο αέρας, το έδαφος και τα ιζήματα ήταν πολύ μολυσμένα, σε ορισμένες περιπτώσεις, 100 φορές υψηλότερα από τα δημοσιευμένα δεδομένα (για τα PBDE).

Γενικά, φαίνεται ότι η ατελής καύση πλαστικών αποβλήτων (πλαστικά τσιπ, συρμάτινες μονώσεις, υλικά από PVC) ήταν η κύρια πηγή των έμμονων οργανικών ρύπων. Τέτοιες υψηλές συγκεντρώσεις τοξικών χημικών ουσιών θα επηρεάσουν τους εργαζόμενους και τους κατοίκους μέσω της εισπνοής, της δερματικής έκθεσης και της κατάποσης του μολυσμένου πόσιμου νερού και των τροφίμων, ειδικά καθώς η επαρχία ήταν επίσης περιοχή καλλιέργειας ρυζιού. Από την έρευνα των Breivik κ.ά. (2015), η κινεζική κυβέρνηση έχει θέσει αυστηρότερους κανονισμούς σχετικά με την εισαγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων, αλλά είναι πιθανό αυτά να φτάσουν σε άλλες χώρες και η επεξεργασία τους να γίνεται με παρόμοιο τρόπο.

2.10.3 Μέταλλα

Υπήρξαν κάποιες ανησυχίες σχετικά με τα βαρέα μέταλλα, όπως το κάδμιο, σε πλαστικά, ειδικά στα παιδικά παιχνίδια και σε πλαστικά κιβώτια και σφαιρίδια. Παρόλο που υπάρχουν λίγες ενδείξεις ότι τα ίχνη αυτών των βαρέων μετάλλων παρουσιάζουν κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου, υπάρχει επίσης έλλειψη ερευνών για την παρουσία βαρέων μετάλλων στα παιδικά παιχνίδια, τα οποία θα μπορούσαν ενδεχομένως να εκκρεύσουν όταν απορριφθούν (Mudgal κ.ά., 2011). Τα απορρίμματα πλαστικών εξαρτημάτων των κινητών τηλεφώνων έχουν επίσης βρεθεί ότι περιέχουν μόλυβδο, κάδμιο, νικέλιο και ασήμι.

Οι Ashton κ.ά. (2010) ανέλυσαν τα πλαστικά σφαιρίδια προ της παραγωγής από τέσσερις παραλίες του Ηνωμένου Βασιλείου για ίχνη βασικών μετάλλων όπως αλουμίνιο και σίδηρο και για ιχνοστοιχεία όπως ο χαλκός, ο ψευδάργυρος, ο μόλυβδος κλπ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι

τα σφαιρίδια παραγωγής είναι ικανά να συσσωρεύουν μέταλλα σε συγκεντρώσεις και σε ορισμένες περιπτώσεις προσεγγίζουν εκείνες που ισχύουν στα άλλα θαλάσσια στερεά όπως θραύσματα ιζημάτων και φυκιών.

Τα πλαστικά μπορεί να αντιπροσωπεύουν μόνο μια μικρή δεξαμενή μετάλλων σε παραλίες και υπάρχουν και άλλες πιο σημαντικές πηγές, αλλά όταν τα πλαστικά μετακινούνται στην ανοικτή θάλασσα, η σημασία τους στην μεταφορά των μετάλλων είναι μεγαλύτερη. Επιπλέον, δεδομένου ότι τα μέταλλα προσροφώνται στην επιφάνεια του πλαστικού, είναι πιθανό να είναι προσβάσιμα από την πανίδα που κατά λάθος τα καταναλώνει.

2.10.4 Επίπεδο των γνώσεων και της έρευνας

Ένας μεγάλος αριθμός ερωτημάτων παραμένει σχετικά με την τοξικότητα του πλαστικού. Σήμερα λίγα είναι γνωστά για τα πιθανά επίπεδα έκθεσης των χημικών ουσιών από τα πλαστικά απόβλητα και τις ειδικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τα πλαστικά απόβλητα. Τα πλαστικά απόβλητα δεν είναι η μοναδική πηγή αυτών των χημικών ουσιών. Παραδείγματος χάριν, η δισφαινόλη Α προέρχεται επίσης από θερμικό χαρτί και μελάνι εκτυπωτή, ενώ οι φθαλικές ενώσεις χρησιμοποιούνται επίσης σε διαλύτες, προϊόντα προσωπικής φροντίδας, κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα και φυτοφάρμακα και τα επιβραδυντικά φλόγας έχουν διάφορες εφαρμογές εκτός από την προστασία των πλαστικών αντικειμένων από την φωτιά. Επιπλέον, μπορεί να μην είναι πλαστικά απόβλητα, αλλά το προϊόν κατά την διάρκεια της ζωής του είναι πηγή μόλυνσης, για παράδειγμα, η έκθεση σε δισφαινόλη Α και σε φθαλικές ενώσεις υψηλού μοριακού βάρους να οφείλεται κυρίως στην κατανάλωση τροφίμων που έρχονται σε επαφή με πλαστικό (Koch & Calafat, 2009). Απαιτούνται περισσότερες έρευνες για να καθοριστούν οι διαδρομές με τις οποίες αυτά τα χημικά φθάνουν στο περιβάλλον και

πόσα πλαστικά απόβλητα συμβάλλουν στα επίπεδα αυτών των χημικών ουσιών στην άγρια φύση και τον άνθρωπο. Οι πηγές και οι διαδρομές έκθεσης πρέπει να προσδιοριστούν και να αξιολογηθούν οι σχετικές συνεισφορές τους για να επικαιροποιηθούν τα μέτρα για την μείωση της έκθεσης.

2.11 Μικροπλαστικά: πιθανές τοξικές επιδράσεις

Τα μικροπλαστικά έχουν μεγαλύτερη αναλογία επιφάνειας προς όγκο από τα μακροπλαστικά, γεγονός που θα μπορούσε ενδεχομένως να ενθαρρύνει την ανταλλαγή μολυσματικών ουσιών (Bowmer & Kershaw, 2010). Πολύ λίγα είναι γνωστά για τα ποσοστά έκπλυσης των πλαστικών συστατικών, όπως τα πρόσθετα και τα τοξικά μονομερή, στο θαλασσινό νερό. Οι εργασίες του Διεθνούς Ερευνητικού Εργαστηρίου σχετικά με την εμφάνιση, την επίδραση και την τύχη των μικρών πλαστικών θαλάσσιων απορριμμάτων (Bowmer & Kershaw, 2010) υποδηλώνουν την διεξαγωγή ρεαλιστικών πειραμάτων έκθεσης σε μικροπλαστικά για τον προσδιορισμό των επιπέδων τοξικότητας στο εργαστήριο και την άντληση καλύτερων γνώσεων ως προς τις σχέσεις δόσης-απόκρισης μεταξύ ειδικών τύπων μικροπλαστικών και ευπαθών θαλάσσιων ειδών ή σταδίων ζωής.

Οι μελέτες τοξικότητας θα μπορούσαν στην συνέχεια να κλιμακωθούν μέχρι τα επίπεδα των μικροπλαστικών που παρατηρήθηκαν στα επικίνδυνα σημεία να δώσουν μια ιδέα για τον πιθανό αντίκτυπο στην πραγματική ζωή (Arthur et al., 2009). Παρομοίως, λίγα είναι γνωστά για την βιοδιαθεσιμότητα των χημικών ουσιών μέσω της κατάποσης μικροπλαστικών, αλλά τα στοιχεία από τα διηθηματοφάγα, τα ιζηματοφάγα και τα θρυμματοφάγα (Browne et al., 2008) δείχνουν ότι αυτά τα ζώα μπορούν να απορροφήσουν μικροπλαστικά από το έντερο στην κυκλοφορία του αίματος. Απαιτείται περαιτέρω μελέτη σχετικά με

την πιθανή βιοσυσσώρευση, ιδίως με τις φθαλικές ενώσεις και κατά πόσον αυτόεκδηλώνεται επιλεκτικά σε διαφορετικά είδη και σε διαφορετικά στάδια ζωής στα είδη.

2.12 Συλλογή και μεταφορά άλλων μολυσματικών ουσιών από πλαστικά απόβλητα

Άλλες χημικές ουσίες μπορεί επίσης να μολύνουν πλαστικά υπολείμματα. Αυτό μπορεί να συμβεί με διάφορους τρόπους. Τα πλαστικά σωματίδια από τα καθαριστικά για τα χέρια, τα καλλυντικά παρασκευάσματα και του καθαρισμού με αέρα μπορεί να έχουν συλλέξει χημικά. Στην τεχνολογία καθαρισμού με αέρα χρησιμοποιούνται σωματίδια πολυαιθυλενίου για την απομάκρυνση των χρωμάτων από τις μεταλλικές επιφάνειες και τα καθαρά μέρη του κινητήρα. Αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι και δέκα φορές πριν απορριφθούν, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν να μολυνθούν σημαντικά από βαρέα μέταλλα. Πολλά θα βρουν τον δρόμο τους στα θαλάσσια ύδατα όπου θα μπορούσαν να μεταφερθούν σε οργανισμούς και άλλα ασπόνδυλα, φθάνοντας τελικά σε είδη που βρίσκονται ψηλότερα στην τροφική αλυσίδα.

Το πλαστικό μπορεί επίσης να συλλέξει τους ρύπους που υπάρχουν στο νερό, ιδιαίτερα εκείνους που είναι υδρόφοβοι (απωθούνται ή δεν μπορούν να αναμιχθούν με νερό). Αυτά περιλαμβάνουν πολλούς ανθεκτικούς οργανικούς ρύπους, όπως τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια και τους πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες, καθώς και τα παρασιτοκτόνα οργανοχλωρίου, όπως το DDT (διχλωροδιφαινυλτριχλωροαιθάνιο). Ορισμένα είναι ιδιαίτερα τοξικά και έχουν ένα ευρύ φάσμα χρόνιων επιδράσεων, συμπεριλαμβανομένης της ενδοκρινικής διαταραχής, της μετάλλαξης και του καρκίνου. Τουλάχιστον

τα μισά από τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια που παράγονται εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται, ειδικά σε παλαιότερο ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, έτσι ώστε να παραμένει μια μεγάλη δεξαμενή πολυχλωριωμένων διφαινυλίων με δυνατότητα έκλυσης στο περιβάλλον μέσω διαρροών από μετασχηματιστές και άλλες συσκευές (Lohmann and Belkin, 2014).

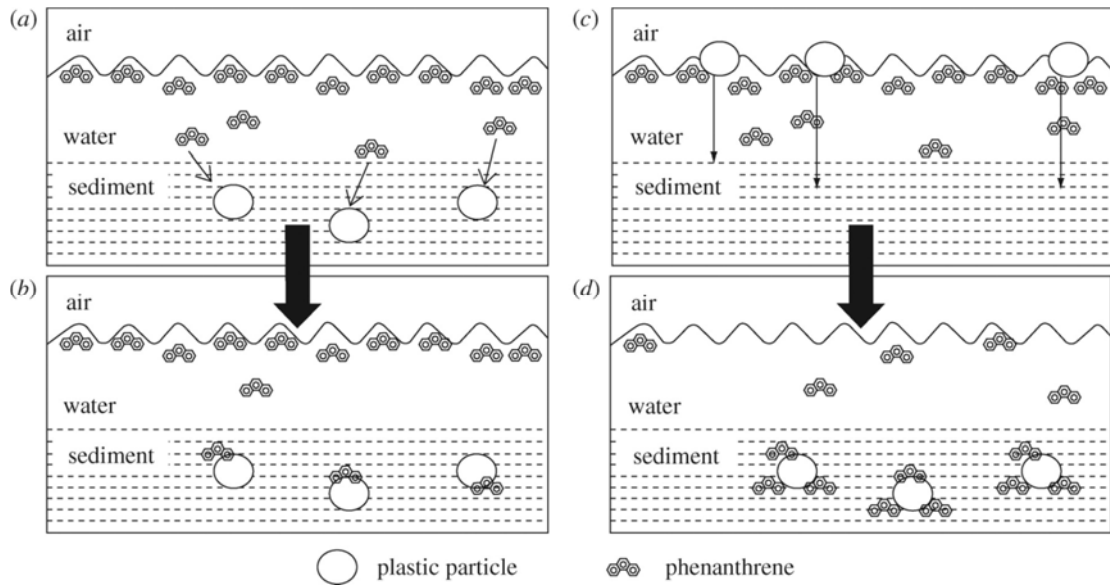
Οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες σχηματίζονται κατά την ατελή καύση άνθρακα, πετρελαίου, αερίου, σκουπιδιών και άλλων οργανικών ουσιών. Σε εργαστηριακές μελέτες όπου τα ζώα εκτίθενται σε ορισμένους πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες για μακρά περίοδο, έχουν αναπτύξει καρκίνο του πνεύμονα από εισπνοή, καρκίνο του στομάχου από την πρόσληψη πολυαρωματικών υδρογονανθράκων σε τρόφιμα και καρκίνο του δέρματος από την επαφή με το δέρμα. Οι επιπτώσεις της ανθρώπινης υγείας στην χρόνια ή μακροχρόνια έκθεση σε πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες μπορεί να περιλαμβάνει μειωμένη ανοσολογική λειτουργία, καταρράκτη, βλάβη στα νεφρά και το ήπαρ, προβλήματα αναπνοής, συμπτώματα που ομοιάζουν με άσθμα και ανωμαλίες της πνευμονικής λειτουργίας και η επαναλαμβανόμενη επαφή με το δέρμα μπορεί να προκαλέσει φλεγμονή του δέρματος. Τα στοιχεία κυρίως από επαγγελματικές μελέτες εργαζομένων που εκτίθενται σε μίγματα που περιέχουν πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο κυρίως καρκίνου του δέρματος και των πνευμόνων, αλλά και καρκίνους της ουροδόχου κύστης και του γαστρεντερικού συστήματος (Toxipedia, 2011).

Τα φυτοφάρμακα όπως το DDT είναι τοξικά για ένα ευρύ φάσμα ζώων, ιδιαίτερα για τα πτηνά. Τα DDT και DDE έχουν συνδεθεί με τον διαβήτη, την αναπτυξιακή και αναπαραγωγική τοξικότητα και τον καρκίνο στους ανθρώπους. Παρόλο που ορισμένα από τα πιο τοξικά παρασιτοκτόνα, όπως το DDT, έχουν απαγορευτεί, εξακολουθούν να είναι ανθεκτικά στο περιβάλλον.

Πολλές από τις υδρόφοβες μολυσματικές ουσίες συγκεντρώνονται στην

επιφάνεια της θάλασσας και τα επίπεδά τους είναι έως και 500 φορές μεγαλύτερα από ότι στην υποκείμενη στήλη ύδατος (Bakir, Rowland and Thompson, 2014). Καθώς τα περισσότερα πλαστικά επιπλέουν, έχουν την δυνατότητα να προσροφούν αυτούς τους μολυντές που συγκεντρώνονται στην επιφάνεια της θάλασσας καταλήγοντας σε διάφορες πιθανές επιδράσεις. Τα πλαστικά μπορούν είτε να μεταφέρουν τις μολυσματικές ουσίες σε άλλες περιοχές και εάν πλυθούν, οι μολυσματικοί παράγοντες θα μπορούσαν να μεταφερθούν σε ιζήματα ακτών ή το πλαστικό θα μπορούσε να καταναλωθεί από τα ζώα και ενδεχομένως να μεταφερθεί στους ιστούς τους και περαιτέρω στην τροφική αλυσίδα. Το πλαστικό μπορεί να υποστεί ρύπανση και στην συνέχεια να βυθιστεί στον πυθμένα όπου γίνεται μέρος του ιζήματος ή καταναλώνεται από βενθικούς οργανισμούς που ζουν στον πυθμένα της θάλασσας. Εάν το πλαστικό γίνει μέρος του ιζήματος, είτε στην ακτή είτε στον πυθμένα της θάλασσας, τότε δεν είναι πλέον τόσο διαθέσιμο για αποικοδόμηση από μικροοργανισμούς όπως όταν ήταν στο νερό, ειδικά εάν είναι θαμμένο (Bakir, Rowland and Thompson, 2014).

Σύμφωνα με την Σύμβαση της Στοκχόλμης για τους έμμοτους οργανικούς ρύπους, η επιμονή, το δυναμικό μεταφοράς μεγάλης εμβέλειας και το δυναμικό βιοσυσσώρευσης αποτελούν θεμελιώδη κριτήρια για την εκτίμηση του κινδύνου των έμμοτων οργανικών ρύπων. Η επιμονή μιας ένωσης τείνει να βασίζεται σε περιβαλλοντικούς χρόνους ημίσειας ζωής, ενώ το δυναμικό μεταφοράς βασίζεται σε δεδομένα παρακολούθησης σε απομακρυσμένες περιοχές. Το δυναμικό βιοσυσσώρευσης προέρχεται από τον παράγοντα βιοσυγκέντρωσης (BCF), που είναι η συγκέντρωση μιας χημικής ουσίας στον ιστό σε σύγκριση με την συγκέντρωσή της στο υδάτινο περιβάλλον.



Εικόνα 6 Εικόνα των επιπρόσθετων επιδράσεων των πλαστικών στην μεταφορά φαινανθρενίου (Πηγή: Teuten κ.ά, 2009)

Οι Rios κ.ά. (2010) διερεύνησαν την ποσότητα των έμμονων οργανικών ρύπων σε δείγματα πλαστικών υπολειμμάτων από το Βόρειο Ειρηνικό ρεύμα και διαπίστωσαν ότι πάνω από 50% περιείχαν πολυχλωριωμένα διφαινύλια, 40% περιείχαν φυτοφάρμακα και σχεδόν 80% περιείχαν πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες. Οι συγκεντρώσεις ρύπων κυμαίνονταν από λίγα μέρη ανά δισεκατομμύριο (ppb) σε χιλιάδες ppb, με τους τύπους ρύπων να είναι παρόμοιοι με εκείνους που βρέθηκαν στα θαλάσσια ιζήματα. Οι ερευνητές πρότειναν ότι τα πλαστικά υπολείμματα συμπεριφέρονται παρόμοια με τα ιζήματα με τον τρόπο που συσσωρεύουν ρύπους, αλλά, σε αντίθεση με τα ιζήματα, τα μικροπλαστικά τείνουν να παραμένουν στην επιφάνεια όπου είναι δυνητικά περισσότερο διαθέσιμα στην άγρια φύση. Οι έρευνες για το πλαστικό που βρέθηκαν στις παραλίες και στα άλμπατρος στην Καλιφόρνια, την Χαβάη και το Μεξικό, διαπίστωσαν ότι η αναλογία των διαφόρων πολυαρωματικών υδρογονανθράκων που υπέδειξαν ως κύρια πηγή τους στο πλαστικό ήταν η ατελής καύση ορυκτών καυσίμων,

πιθανότατα από αστικές και βιομηχανικές περιοχές (Lohmann και Belkin, 2014).

Οι κύριοι τύποι πολυμερών ήταν το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο, τα οποία είναι πολύ κοινές θερμοπλαστικές ρητίνες που χρησιμοποιούνται κυρίως στην συσκευασία. Οι Teuten κ.ά. (2009) πρότειναν ότι το πολυαιθυλένιο μπορεί να συσσωρεύει περισσότερους οργανικούς ρύπους από ότι άλλα πλαστικά.

Πρόσφατα, οι Hirai κ.ά. (2011) ανέλυσαν τις συγκεντρώσεις και την σύνθεση των οργανικών ρύπων σε πλαστικά θραύσματα (περίπου 10 mm σε μέγεθος) σε οκτώ τοποθεσίες, συμπεριλαμβανομένων ρευμάτων, απομακρυσμένων παραλιών και αστικών παραλιών. Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια, οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες, το διχλωροδιφαινυλτριχλωροαιθάνιο, οι πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρες, οι αλκυλοφαινόλες και η δισφαινόλη Α ανιχνεύθηκαν σε συγκεντρώσεις κυμαινόμενες από 1 έως 10.000 νανογραμμάρια ανά γραμμάριο πλαστικού. Υπήρξε μεταβλητότητα στον τρόπο με τον οποίο οι ρύποι είχαν συνδεθεί με το πλαστικό. Οι υδρόφοβες ενώσεις όπως τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια και οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες φαίνεται να έχουν απορροφηθεί στο πλαστικό από το θαλασσινό νερό.

Τείνουν να βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις σε αστικές παραλίες, αν και υπήρχαν περιστασιακά σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις στην θάλασσα. Συγκριτικά, τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια προέκυψαν κυρίως από την ρύπανση παλαιού τύπου, δηλαδή την ρύπανση που εξακολουθούσε να υφίσταται πριν από την απαγόρευση. Η πηγή των πολυαρωματικών υδρογονανθράκων φάνηκε να προέρχεται συνολικά από πετρελαιοκηλίδες ενώ η δισφαινόλη Α και οι πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρες προήλθαν από πρόσθετα στο πλαστικό.

Η παρακολούθηση σε απομακρυσμένες περιοχές αποτελεί ένα μέσο αξιολόγησης των μεταφορών μεγάλης εμβέλειας. Οι Zarfl & Matthies (2010) εκτίμησαν τις ροές των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων, των πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρων και του υπερφθοροκταναϊκού οξέος στην

Αρκτική μέσω πλαστικών υπολλειμμάτων στα κύρια ρεύματα των ωκεανών. Υπολόγισαν ότι οι ροές των ρύπων που προκαλούνται από το πλαστικό ήταν της τάξεως των τεσσάρων έως έξι φορές μικρότερων από τις ροές που προκλήθηκαν από ατμοσφαιρικά ή θαλασσινά ρεύματα, τα οποία αντιπροσώπευαν πολλούς τόνους ρύπων ετησίως. Ωστόσο, οι ερευνητές τόνισαν ότι η σημασία των οδών μεταφοράς ρυπογόνων ουσιών δεν εξαρτάται μόνο από την απόλυτη ποσότητα ρύπων, αλλά και από τον αντίκτυπό τους από την άμεση απορρόφηση του πλαστικού και την βιοσυσσώρευση στις αλυσίδες τροφίμων.

Οι Teuten κ.ά. (2009) διερεύνησαν λεπτομερέστερα την πρόσληψη και την επακόλουθη απελευθέρωση ενός έμμονου οργανικού ρύπου - φαινανθρενίου - σε τρία κύρια πλαστικά: πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο και χλωριούχο πολυβινύλιο. Σε όλες τις περιπτώσεις διαπιστώθηκε ότι οι ρύποι προσροφούνται στα πλαστικά με πολύ υψηλότερο ρυθμό από ότι στα φυσικά ιζήματα. Ωστόσο, η εκρόφιση (ή η απελευθέρωση) του φαινανθρενίου παρατηρήθηκε ταχύτερα από τα ιζήματα παρά από το πλαστικό.

Αυτό έχει αρκετές πιθανές συνέπειες, καθώς θα μπορούσε να σημαίνει ότι το πλαστικό λειτουργεί σαν καταβόθρα για τους ρύπους μειώνοντας την διαθεσιμότητά τους στο περιβάλλον ή ότι θα μπορούσε να αυξήσει την διάρκεια ζωής τους στο περιβάλλον παρεμποδίζοντας την διάθεσή τους με φυσικά μέσα όπως η μικροβιακή αποικοδόμηση. Υπάρχει λοιπόν ένα ζήτημα ως προς το εάν τα πλαστικά υπολείμματα δρουν ως καταβόθρα για τους ρύπους ή ως δοχεία αποθήκευσης και μεταφοράς, των οποίων η επίπτωση τελικά εξαρτάται από την τύχη του πλαστικού.

Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να εξεταστεί είναι το τι συμβαίνει με το πλαστικό που είναι φορτωμένο με ρύπους όταν καταναλώνεται από την άγρια ζωή. Η έρευνα καταδεικνύει την δυνατότητα των πλαστικών να συλλέγουν τοξικές μολυσματικές ουσίες, αλλά λίγα είναι γνωστά για το ενδεχόμενο των πλαστικών να απελευθερώνουν ρύπους ή πρόσθετα στην άγρια πανίδα της θάλασσας. Από την στιγμή που βρίσκονται μέσα

σε έναν οργανισμό, είναι γνωστό ότι η παρουσία πεπτικών επιφανειοδραστικών ουσιών (που εμποδίζουν τα σωματίδια να κολλούν μεταξύ τους) αυξάνει τον ρυθμό εκρόφησης των πολυαρωματικών υδρογονανθράκων από πλαστικά έως και 20 φορές σε σύγκριση με το θαλασσινό νερό (Murray & Cowie, 2011). Οι Teuten κ.ά. (2007) διερεύνησαν αυτό το φαινόμενο με την μοντελοποίηση των πιθανών επιπτώσεων στο κόκκινο σκουλήκι, το οποίο είναι ένας κοινός τροφοδότης βενθικών αποθέσεων. Εκτίμησαν ότι η προσθήκη μόλις 1μg μολυσμένου πολυαιθυλενίου σε ένα γραμμάριο ιζήματος θα προκαλούσε σημαντική αύξηση (80%) στην συσσώρευση φαινανθρενίου από το κόκκινο σκουλήκι. Καθώς αυτή η συγκέντρωση πλαστικού είναι χαμηλότερη από εκείνη που βρίσκεται στο περιβάλλον, υποδηλώνει ότι τα πλαστικά υπολείμματα μπορεί να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην μεταφορά των μολυσματικών ουσιών σε οργανισμούς που ζουν σε ιζήματα.



Εικόνα 7 Συγκεντρώσεις πολυχλωριωμένων διφαινυλίων σε πλαστικά σφαιρίδια. (Πηγή: Teuten κ.ά., 2009 και Ogata κ.ά., 2011)

Ο Ryan (2015) βρήκε μια θετική συσχέτιση μεταξύ της μάζας των

απορροφούμενων πλαστικών και των συγκεντρώσεων πολυχλωριωμένων διφαινυλίων στον λιπώδη ιστό των πτηνών του Great Shearwater, παρέχοντας την πρώτη ένδειξη ότι οι θαλάσσιοι οργανισμοί μπορούν να απορροφήσουν τοξικές χημικές ουσίες στην σάρκα τους. Περαιτέρω μελέτη σε νεοσσούς του Shearwater στα οποία χορηγήθηκαν σφαιρίδια πολυαιθυλενίου που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινύλια (Teuten κ.ά., 2009) έδειξαν ότι τα πλαστικά μπορούν να μεταφέρουν περιβαλλοντικούς μολυντές σε οργανισμούς σε διάφορα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας.

Αυτή η μελέτη ανέλυσε τα επίπεδα των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων στο έλαιο του ουροπυγίου αδένα (που παράγεται από τα πτηνά για τον αυτοκαθαρισμό των φτερών) και βρήκε υψηλότερα επίπεδα σε νεοσσούς που είχαν τραφεί με πολυχλωριωμένο διφαινυλίο πλαστικού. Απαιτούνται περισσότερες έρευνες για άλλους οργανισμούς, λαμβάνοντας υπόψη ένα εύρος τύπων μολυσματικών ουσιών και πλαστικών, καθώς και τις επιπτώσεις της περιβαλλοντικής έκθεσης σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες και την γήρανση των πολυμερών.

2.13 Συσσώρευση μικροπλαστικών και μεταφορά χημικών ουσιών

Ορισμένες μελέτες έχουν επικεντρωθεί ειδικά στον ρόλο των μικροπλαστικών στην μεταφορά ρύπων, εν μέρει επειδή είναι πιο πιθανό να καταναλωθούν, αλλά επίσης έχουν αυξημένη αναλογία επιφάνειας προς όγκο. Οι Lohmann και Belkin (2014) ανέλυσαν πλαστικά σφαιρίδια προ-παραγωγής και θραύσματα μετά την κατανάλωση από παραλίες και εξέτασαν το περιεχόμενο στομάχου των άλμπατρος στην Καλιφόρνια, την Χαβάη και το Μεξικό. Βρήκαν πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες σε όλα τα δείγματα και πολυχλωριωμένα διφαινύλια μόνο στα θραύσματα που συλλέχθηκαν στις παραλίες. Το μόνο εντοπισμένο εντομοκτόνο ήταν το DDT. Οι παρατηρήσεις υποδηλώνουν ότι η

συγκέντρωση των έμμονων οργανικών ρύπων στα πλαστικά απορρίμματα μπορεί να είναι συνάρτηση της ηλικίας του πλαστικού. Οι Teuten κ.ά. (2009) έδειξαν ότι οι χρονικές κλίμακες προσρόφησης και εκρόφησης είναι συνάρτηση του είδους του πλαστικού, του μεγέθους του και της σύστασής του.

Μια μελέτη (Ogata κ.ά., 2011) χρησιμοποίησε πραγματικά πλαστικά σφαιρίδια ως μέσο για την παρακολούθηση της ποσότητας των έμμονων οργανικών ρύπων στα παράκτια ύδατα. Ο διεθνής οργανισμός παρακολούθησης των σφαιριδίων λειτουργεί από το 2006, συλλέγοντας σφαιρίδια πολυαιθυλενίου προπαραγωγής από χώρες του κόσμου ζητώντας από τις τοπικές κοινότητες την συλλογή πλαστικών σφαιριδίων και την αποστολή τους στο εργαστήριο όπου αναλύονται τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια, διχλωροδιφαινυλοτριχλωροαιθάνια και εξαχλωροκυκλοεξάνια. Τα αρχικά ευρήματα έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων είναι οι υψηλότερες στις ΗΠΑ και ακολουθούν η Δυτική Ευρώπη και η Ιαπωνία, ενώ οι συγκεντρώσεις είναι χαμηλότερες στην τροπική Ασία, την Νότια Αφρική και την Αυστραλία. Ωστόσο, στην Ινδία, ειδικά στην περιοχή Chennai, υπήρχαν υψηλές συγκεντρώσεις πολυχλωριωμένων διφαινυλίων, πιθανώς από την ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και την κακή διαχείριση των δραστηριοτήτων διάλυσης πλοίων.

Αυτές οι υψηλές συγκεντρώσεις θα μπορούσαν να εκθέσουν την άγρια φύση, η οποία καταναλώνει πλαστικά στην περιοχή αυτή σε σημαντικές ποσότητες ρύπων (Bowmer & Kershaw, 2010). Υψηλές συγκεντρώσεις διχλωροδιφαινυλοτριχλωροαιθανίων βρέθηκαν στην δυτική ακτή των ΗΠΑ και στο Βιετνάμ, πιθανώς ως αποτέλεσμα της υψηλής χρήσης φυτοφαρμάκων στο παρελθόν. Παρόλο που η έρευνα αυτή αφορούσε πρωτίστως την παρακολούθηση των έμμονων οργανικών ρύπων, επεδίωξε επίσης να διευκρινίσει τον ρόλο των πλαστικών απορριμμάτων στην μεταφορά αυτών των χημικών ουσιών και να εντοπίσει τις μορφές επικράτησης των έμμονων οργανικών ρύπων στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Είναι ενδιαφέρον ότι μια μελέτη σχετικά με τους έμμοτους οργανικούς ρύπους και τα μικροπλαστικά σε μια παραλία της Πορτογαλίας που βρίσκεται πολύ κοντά σε μια από τις παραλίες που έχουν δειχθεί στην διεθνή μελέτη παρακολούθησης σφαιριδίων έδειξε πολύ υψηλότερα επίπεδα πολυχλωριωμένων διφαινυλίων και πολυαρωματικών υδρογονανθράκων, γεγονός που υποδηλώνει είτε μεγάλη διαφοροποίηση σε κοντινή απόσταση είτε διακύμανση των παραγόμενων αποτελεσμάτων από διαφορετικές μεθόδους δειγματοληψίας (Frias κ.ά., 2010). Αυτή η έρευνα στην Πορτογαλία έδειξε επίσης ότι τα παλαιότερα σωματίδια έχουν υψηλότερα επίπεδα έμμοτων οργανικών ρύπων, υποδηλώνοντας ότι τα μικροπλαστικά συνεχίζουν να συσσωρεύουν ρύπους καθ' όλη την διάρκεια της ζωής τους.

Αν και γνωρίζουμε τις επιβλαβείς επιδράσεις των περισσότερων χημικών ουσιών, παραμένει ασαφές ως προς τον βαθμό βιοδιαθεσιμότητάς τους όταν προσροφηθούν από τα πλαστικά. Η πρόκληση είναι να προσδιοριστεί ο προστιθέμενος ή μειωμένος χημικός αντίκτυπος των πλαστικών και των μικροπλαστικών σε σχέση με την «φυσική» βιοσυσσώρευση των ρύπων από το νερό και μέσω της τροφικής αλυσίδας (Bowmer & Kershaw, 2010).

Η έρευνα έχει δείξει ότι τα ζώα σε χαμηλότερα τροφικά επίπεδα καταναλώνουν μικροπλαστικά τα οποία απορροφώνται από το σύστημά τους. Υπάρχει μια πιθανότητα τα μικροπλαστικά να μπορούν να λειτουργήσουν ως καταβόθρα για τους έμμοτους οργανικούς ρύπους, αλλά είναι πιθανό ότι αυτό θα εξαρτηθεί από τον περιβάλλοντα χώρο σε σχέση με την συγκέντρωση των έμμοτων οργανικών ρύπων στην στήλη ύδατος, το επίπεδο ρύπανσης, τα ωκεάνια ρεύματα και τα ρεύματα αέρα, το επίπεδο και τον τύπο των ιζημάτων, την ηλικία και το είδος του πλαστικού (Teuten κ.ά., 2009).

Οι τυχόν επιπτώσεις στην άγρια φύση, είτε προέρχονται από μεταφερόμενες μολυσματικές ουσίες είτε από αυτές που περιέχονται στο πλαστικό, θα εξαρτηθούν από το είδος, την κατανομή στην περιοχή, το

στάδιο ανάπτυξης, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την διαθεσιμότητα τροφίμων και ίσως την θέση στον διατροφικό ιστό. Πολύ λίγα είναι γνωστά για την βιοσυσσώρευση αυτών των χημικών ουσιών και επειδή οι άνθρωποι μπορούν να είναι ένα από τα πλάσματα που επηρεάζονται περισσότερο από αυτές, υπάρχει ανάγκη για μεγαλύτερη κατανόηση. Έχει ήδη αναφερθεί ανησυχία για την παρουσία μικροπλαστικών σε οστρακόδερμα και μύδια και για τον πιθανό αντίκτυπο στην ανθρώπινη υγεία από την τροφική αλυσίδα (Murray & Cowie, 2011, Browne κ.ά., 2008).

2.14 Πλαστικά απόβλητα: επιπτώσεις σε ενδαιτήματα

Εκτός από τις άμεσες φυσικές επιπτώσεις στην θαλάσσια άγρια φύση και τους ανθρώπους, τα πλαστικά απόβλητα επηρεάζουν επίσης τα ενδαιτήματα τόσο στην ξηρά όσο και στην θάλασσα. Από οπτικής απόψεως, τα πλαστικά απόβλητα αποτελούν πρόβλημα για τα ανθρώπινα ενδαιτήματα, αλλά έχουν επίσης σημαντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα της άγριας πανίδας. Οι πιο τεκμηριωμένες επιπτώσεις αφορούν στο θαλάσσιο περιβάλλον και για άλλη μια φορά, δεν υπάρχουν στοιχεία για τις πιθανές επιπτώσεις στην ξηρά. Αν και το πλαστικό είναι συχνά ελαφρύ, μπορεί να βυθιστεί στον πυθμένα της θάλασσας, να παρασυρθεί προς τα κάτω από ορισμένα ρεύματα, ωκεάνια μέτωπα ή ταχεία και βαριά ρύπανση. Τα ιζήματα μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην διατήρηση του πλαστικού στο θαλασσινό νερό.

Είναι πιθανό ότι μόλις βρεθούν στον θαλασσινό πυθμένα, τα πλαστικά απόβλητα θα αλλάξουν την λειτουργία του οικοσυστήματος. Ο Ryan (2015) πρότεινε ότι τα πλαστικά φύλλα θα μπορούσαν να λειτουργήσουν σαν ένα στρώμα, αναστέλλοντας την ανταλλαγή αερίων και οδηγώντας σε ανοξία ή υποξία (χαμηλά επίπεδα οξυγόνου). Τα πλαστικά απόβλητα θα μπορούσαν επίσης να δημιουργήσουν τεχνητά σκληρά εδάφη

(Gregory, 2009) και να προκαλέσουν προβλήματα, ειδικά για τα είδη που θάβονται στον πυθμένα. Οι Masó κ.ά. (2016) διερεύνησαν την επίδραση των θαλάσσιων απορριμμάτων στα βενθικά ζώα (αυτά που ζουν στον πυθμένα) με την σκόπιμη τοποθέτηση απορριμμάτων στο θαλασσινό νερό σε ελληνικούς κολπίσκους, τα περισσότερα από τα οποία ήταν πλαστικά μπουκάλια.

Στις περιοχές των απορριμμάτων παρατηρήθηκε αύξηση της αφθονίας και του αριθμού των ειδών είτε επειδή τα απόβλητα παρείχαν καταφύγιο ή χώρους αναπαραγωγής για κινητά είδη όπως το *Alicia mirabilis* (θαλάσσια ανεμώνη) είτε επειδή τα είδη που προτιμούσαν τις σκληρές επιφάνειες είχαν την ευκαιρία να εγκατασταθούν, όπως τα στρείδια και τα σφουγγάρια. Ωστόσο, θα ήταν αφελές να ερμηνεύσουμε τα αποτελέσματα ως ένδειξη ότι τα απορρίμματα μπορεί να είναι επωφελή, καθώς αυτό θα αγνοούσε τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της οικολογικής αλλαγής στις βενθικές κοινότητες. Τα πλαστικά απόβλητα θα μπορούσαν να ενθαρρύνουν την εισβολή ειδών που προτιμούν σκληρές επιφάνειες και ως εκ τούτου, ενδέχεται να εκτοπιστούν τα ιθαγενή είδη, ιδιαίτερα εκείνα που προτιμούν τους αμμώδεις και λασπώδεις πυθμένες. Οι ερευνητές ζήτησαν περαιτέρω έρευνες σχετικά με τον αντίκτυπο των πλαστικών αποβλήτων σε άλλους τύπους οικοτόπων, όπως κοραλλιογενείς υφάλους, θαλάσσια λιβάδια και βαθιούς πυθμένες.

Τα πλαστικά απόβλητα επηρεάζουν επίσης τις παραλίες. Τα λεγόμενα περιβάλλοντα «ναυάγιο» αποτελούνται από φυσικά απορρίμματα όπως τα φύκια, τα παρασυρόμενα ξύλα κλπ. που ξεβράζουν στην ακτή και συχνά περιέχουν πλαστικά απόβλητα. Αυτά τα ενδιαυτήματα μπορούν να υποστηρίξουν ποικίλα, περιθωριακά είδη ασπόνδυλων και επίσης τα επισκέπτονται πολλά σπονδυλωτά, κυρίως πουλιά που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα πλαστικά απόβλητα ως υλικά φωλεοποίησης.

Ωστόσο, μπορούν επίσης να εκτοπίσουν είδη που ζουν σε παρθένες συνθήκες παραλίας και επηρεάζουν την ικανότητα της άγριας ζωής να

βρει τροφή. Για παράδειγμα έρευνα από τους Aloy κ.ά. (2011) στις Φιλιππίνες έδειξε ότι η αποτελεσματικότητα του γαστερόποδου *Nassarius pullus* για να εντοπίσει και να κινηθεί προς ένα είδος τροφής μειώθηκε καθώς το επίπεδο των πλαστικών συντριμμίων αυξήθηκε στην παραλία. Οι καθαρισμοί των παραλιών είναι ένας τρόπος για την απομάκρυνση των πλαστικών απορριμμάτων, αλλά συχνά υποτίθεται ότι η παραλία θα επιστρέψει στην προηγούμενη κατάσταση της μόλις γίνει ο καθαρισμός. Εντούτοις, μπορεί να χρειαστεί χρόνος για ορισμένα εκτοπισμένα είδη να ξαναεποικήσουν την παραλία. Ένα άλλο πρόβλημα με τους καθαρισμούς είναι ότι μπορεί να παραβλέψουν τα θαμμένα πλαστικά απορρίμματα και μικροπλαστικά που συχνά μπερδεύονται με το ίδιο το ίζημα.

Οι Carson κ.ά. (2011) αξιολόγησαν την επίδραση των πλαστικών θραυσμάτων στις παραλίες όσον αφορά στον τρόπο με τον οποίο αλλάζουν τις φυσικές ιδιότητες όταν αποτελούν μέρος του ιζήματος. Συνέκριναν άμμο από μια παραλία στην Χαβάη που περιείχε έως και 30,2% πλαστικό κατά βάρος (κυρίως στα 15 cm) με άμμο από μια παραλία με αμελητέα ποσότητα πλαστικού. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η παρουσία πλαστικών τεμαχίων άλλαξε την κίνηση του νερού και την μεταφορά θερμότητας στην παραλία.

Τα πλαστικά θραύσματα φαίνεται να αυξάνουν την διαπερατότητα της παραλίας έτσι ώστε να μπορούν να διέλθουν μεγαλύτεροι όγκοι νερού, γεγονός που θα μπορούσε να εμπλουτίσει το νερό της παραλίας με θρεπτικά συστατικά και να μεταβάλλει ενδεχομένως τα οικοσυστήματα. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η παραλία που περιείχε πλαστικά θραύσματα θερμαίνεται με βραδύτερο ρυθμό και φτάνει σε χαμηλότερη μέγιστη θερμοκρασία. Αυτό θα μπορούσε να έχει επιπτώσεις στην άγρια φύση της παραλίας, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που θάβουν τα αυγά τους στα ιζήματα και των οποίων το φύλο των απογόνων εξαρτάται από την θερμοκρασία της άμμου, όπως οι θαλάσσιες χελώνες.

2.15 Ο ρόλος των πλαστικών απορριμμάτων στις εισβολές ξένων ειδών

Εκτός από την μεταφορά ρύπων, τα πλαστικά απόβλητα μπορούν επίσης να αποτελέσουν έναν τρόπο μεταφοράς ειδών, ενδεχομένως αυξάνοντας το εύρος ορισμένων θαλάσσιων οργανισμών ή εισάγοντας είδη σε ένα περιβάλλον όπου δεν υπήρχαν προηγουμένως (Derraik, 2002). Αυτό με την σειρά του μπορεί να προκαλέσει μεταγενέστερες αλλαγές στο οικοσύστημα. Παρόλο που είναι δύσκολη η μεγάλης κλίμακας και μακροπρόθεσμης διάρκειας τεκμηρίωση, υπάρχουν ορισμένα παραδείγματα που παρέχουν πληροφορίες για το πρόβλημα αυτό. Τα πλαστικά συντρίμματα αποικούνται πιο συχνά από οργανισμούς που προσβάλλουν και προσκολλώνται και που τείνουν να ζουν στην επιφάνεια άλλων πλασμάτων, συμπεριλαμβανομένων των: στρειδιών, σκουληκιών σωλήνα, τρηματοφόρων, κοραλλιογενείς άλγες, υδροείδη και δίθυρα μαλάκια. Τα καταγεγραμμένα πλαστικά που έχουν μεταφέρει ξένα είδη είναι τα πλαστικά σφαιρίδια, τα συνθετικά σχοινιά, τα κιβώτια και τα δίχτυα, αλλά πολλές άλλες μορφές πλαστικού θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως δοχεία ή οχήματα στην μεταφορά.

Συχνά τα πλαστικά συντρίμματα μπορούν να παράσχουν οικοτόπους για το στάδιο της προνύμφης και το νεαρό στάδιο θαλάσσιων ζώων, τα οποία στην συνέχεια μπορούν να μεταφερθούν και να αναπτυχθούν στο νέο περιβάλλον. Ωστόσο, δεν είναι όλα τα είδη που μεταφέρονται κατ' ανάγκη επιβλαβή για το νέο περιβάλλον υποδοχής τους (Gregory, 2009). Λίγα είναι γνωστά για τις σημερινές και τις μελλοντικές επιπτώσεις της μεταφοράς χωροκατακτητικών ειδών μέσω πλαστικών απορριμμάτων, ιδίως του ρόλου των μικροπλαστικών στην μεταφορά μικροοργανισμών που είναι πολύ δύσκολο να παρατηρηθούν ή να μελετηθούν.

Τα χωροκατακτητικά είδη και οι επιπτώσεις τους στα οικοσυστήματα αποτελούν μια αυξανόμενη ανησυχία, ειδικά με τις δυνατότητες της κλιματικής αλλαγής να μεταβάλλει τις κατανομές του πληθυσμού. Παρά

την έλλειψη γνώσεων σχετικά με τον αντίκτυπο των πλαστικών αποβλήτων στην μεταφορά ξένων ειδών, αυτός δεν πρέπει να υποτιμάται, καθώς ενδέχεται να έχει μεγαλύτερες επιπτώσεις στο μέλλον, ειδικά εάν συνδυαστεί με άλλες επιπτώσεις, όπως η κλιματική αλλαγή.

2.16 Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις ως αποτέλεσμα των οικολογικών επιπτώσεων και των επιπτώσεων στην υγεία

Οι Mouat κ.ά. (2009) διερεύνησαν την περιοχή του Βορείου Ατλαντικού και εκτίμησαν ότι προκλήθηκαν σημαντικές οικονομικές ζημιές από τα απορρίμματα θαλάσσης. Για παράδειγμα, οι δαπάνες που σχετίζονται με την απομάκρυνση απορριμμάτων από τις παραλίες κάθε χρόνο για τους τοπικούς δήμους είναι περίπου 18 εκατ. Ευρώ στο Ηνωμένο Βασίλειο και 10,4 εκατ. Ευρώ στις Κάτω Χώρες και το Βέλγιο. Όσον αφορά στην αλιεία, οι Mouat κ.ά. (2009) εκτίμησαν ότι το κόστος των απορριμμάτων των αλιευτικών σκαφών στην Σκωτία ήταν μεταξύ 11,7 και 13 εκατομμυρίων ευρώ κατά μέσο όρο ετησίως, ποσό που αντιστοιχεί στο 5% των συνολικών εσόδων των πληγέντων αλιευμάτων. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι τα θαλάσσια απορρίμματα περιορίζουν και μολύνουν τα αλιεύματα και τα δίχτυα μπλέκονται στα πλαστικά. Δεδομένου ότι τα πλαστικά απόβλητα αποτελούν συχνά την πλειοψηφία των θαλάσσιων απορριμμάτων, τότε το κόστος των πλαστικών αποβλήτων στο περιβάλλον είναι σημαντικό. Ωστόσο, το κόστος που αποδίδεται μόνο στην οικολογική ζημία που προκαλείται από τα πλαστικά απόβλητα είναι δύσκολο να εξαχθεί από τα υπάρχοντα στοιχεία.

Η μελέτη των Mouat κ.ά. (2009) εξέτασε επίσης το κόστος σε αρκετούς άλλους τομείς, όπως ο τουρισμός, οι υπηρεσίες διάσωσης και οι

εθελοντικές οργανώσεις. Οι Galgani κ.ά. (2010) υπογραμμίζουν ότι τα στοιχεία αυτά βασίζονται σε εθελοντικές απαντήσεις σε έρευνες και ενδέχεται να μην έχουν χωρική κάλυψη. Όσον αφορά στον τουρισμό, οι Balance κ.ά. (2000) μελέτησαν τις παραλίες στην Νότιο Αφρική και βρήκαν ότι η αύξηση των απορριμμάτων των 10 τεμαχίων ανά τετραγωνικό μέτρο θα αποθάρρυνε το 40% των ξένων τουριστών και το 60% των εγχώριων τουριστών να επιστρέψουν στις παραλίες. Λίγες έρευνες έχουν διεξαχθεί σε σχέση με τις συγκεκριμένες κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις των πλαστικών απορριμμάτων, αν και το είδος των επιπτώσεων είναι πιθανό να είναι παρόμοιο με εκείνο που προσδιορίζεται για τα γενικά απορρίμματα στην θάλασσα. Δεν έχουν διεξαχθεί ειδικές έρευνες σχετικά με τις κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις των περιβαλλοντικών και υγειονομικών επιπτώσεων των πλαστικών απορριμμάτων, αλλά μερικές μελέτες έχουν ενσωματώσει στην ανάλυση τους επιπτώσεις στο κόστος, όπως για παράδειγμα, οι Sancho κ.ά., (2003) οι οποίοι υπολόγισαν ότι η ποσότητα της πεσκανδρίτσας που παγιδεύεται από τα δίχτυα φάντασμα στην Κανταβρική Θάλασσα μπορεί να φτάνει περίπου στο 1,5% των εμπορικών εκφορτώσεων.

Οι Mouat κ.ά. (2009) πρότειναν ότι οι οικονομικές επιπτώσεις θα μπορούσαν να αποτελέσουν ισχυρότερο κίνητρο για την απομάκρυνση και την αποτροπή ρίψης απορριμμάτων στις παραλίες σε σύγκριση με την ισχύουσα νομοθεσία. Το εάν μια συγκεκριμένη ανάλυση κόστους των επιπτώσεων των πλαστικών απορριμμάτων θα προσθέσει οτιδήποτε περαιτέρω σε αυτό είναι δύσκολο να γίνει γνωστό. Η ανάλυση του οικονομικού κόστους μπορεί να είναι ευκολότερη για τις πιο άμεσες επιπτώσεις, όπως η κατάποση και η εμπλοκή, αλλά είναι δύσκολη για τις τοξικές επιδράσεις των προσθέτων στα πλαστικά απόβλητα ή τους ρύπους που μεταφέρονται από τα πλαστικά απόβλητα, ειδικά επειδή λίγα είναι γνωστά για τις συγκεκριμένες επιδράσεις αυτών. Τα μολυσμένα θαλάσσια είδη θα μπορούσαν να δημιουργήσουν δαπάνες στην αλιεία,

την υδατοκαλλιέργεια και την παράκτια γεωργία και τα χημικά μέσα ή τα μεταφερόμενα από πλαστικά απόβλητα θα μπορούσαν ενδεχομένως να δημιουργήσουν κόσμη για την υγεία του ανθρώπου. Επιπλέον, το κόστος μπορεί να προκύψει από βλάβες στις υπηρεσίες του οικοσυστήματος (Galvani et al., 2010), όπως η ικανότητα των ωκεανών να αποθηκεύουν το διοξείδιο του άνθρακα και η ποιότητα των υδάτων που παρέχεται από το έδαφος. Για τον ακριβή υπολογισμό αυτών των δαπανών απαιτούνται λεπτομερέστερες εκτιμήσεις σχετικά με τον οικολογικό αντίκτυπο των πλαστικών απορριμμάτων. Δεδομένου ότι οι επιπτώσεις των πλαστικών απορριμμάτων θα μπορούσαν να είναι μεγαλύτερες εάν θεωρηθούν ως μέρος ενός συστήματος που περιλαμβάνει πολλές ανθρωπογενείς επιπτώσεις, μπορεί να είναι περισσότερο χρήσιμο να λαμβάνεται υπόψη το συνολικό κόστος των επιπτώσεων ή να δημιουργούνται «σενάρια», για να αποδειχθούν τα αποτελέσματά τους.

Τα πλαστικά στην ενδοχώρα, στις παραλίες και στην θάλασσα είναι δυνητικά επικίνδυνα για τα μικρά παιδιά, καθώς αυτά ενδέχεται να καταποθούν. Ανάλογα με την σοβαρότητα των τοξικών επιπτώσεων των χημικών ουσιών που ενέχονται στα πλαστικά απορρίμματα, θα μπορούσαν επίσης να υπάρξουν κοινωνικές επιπτώσεις όσον αφορά στην ανθρώπινη υγεία, ιδίως εάν αυτό προκύψει σε σημαντικό αναπτυξιακό στάδιο. Εάν προκύψουν αυτές οι επιπτώσεις, θα υπάρξουν και μετέπειτα πιέσεις στα συστήματα υγείας και περίθαλψης. Δεδομένου ότι τα πλαστικά είναι σχετικά καινούργια, οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και οι ευρύτερες κοινωνικές επιπτώσεις των πλαστικών απορριμμάτων μπορεί να γίνουν πιο σοβαρές και ευρέως διαδεδομένες στο μέλλον καθώς θα μαθαίνουμε περισσότερα γι' αυτά.

2.17 Αντιδράσεις

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα πολιτικών αντιδράσεων στα απορρίμματα των θαλασσών, αλλά υπάρχουν και ορισμένες ειδικά για τα πλαστικά απορρίμματα. Οι αντιδράσεις μπορούν να δοθούν σε διεθνές επίπεδο,

όπως το παράρτημα V της διεθνούς σύμβασης για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία (MARPOL), το παγκόσμιο πρόγραμμα δράσης του UNEP για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος από χερσαίες δραστηριότητες και την οδηγία πλαίσιο της ΕΕ για την θαλάσσια στρατηγική (MSFD). Η Σύμβαση της Βασιλείας για τον έλεγχο της διασυνοριακής διακίνησης επικίνδυνων αποβλήτων και της διάθεσή τους υιοθετήθηκε το 1989. Η συνάντηση των συμβαλλομένων μερών στην Σύμβαση της Βασιλείας (COP10) επέλεξε ως θέμα την πρόληψη, ελαχιστοποίηση και ανάκτηση των αποβλήτων. Συνέδεσε την διαχείριση των αποβλήτων με την επίτευξη των Αναπτυξιακών Στόχων της Χιλιετίας και αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει ευκαιρίες για να επιστήσει την προσοχή στα πλαστικά απόβλητα στο μέλλον. Η παγκόσμια σύμπραξη για την διαχείριση αποβλήτων του UNEP (DTIE IETC) δημιουργήθηκε το 2009, η οποία συνέταξε το έγγραφο πλαίσιο. Στόχος του είναι ο συντονισμός διαφόρων τομέων αποβλήτων και συναφών δραστηριοτήτων / πρωτοβουλιών και έχει 11 θεματικές περιοχές εστίασης, μία από τις οποίες είναι τα πλαστικά απορρίμματα ενώ μία άλλη είναι τα απορρίμματα θαλάσσης. Κάθε ομάδα εστίασης θα διαθέτει μία ομάδα εργασίας που θα αναπτύξει ένα πρόγραμμα εργασίας για τις δραστηριότητές της, συμπεριλαμβανομένου ενός χρονοδιαγράμματος, τον εντοπισμό των πόρων και μια στρατηγική συγκέντρωσης κεφαλαίων. Άλλες αντιδράσεις είναι περιφερειακές, όπως η Σύμβαση της Βαρκελώνης για την προστασία της Μεσογείου από την ρύπανση ή οι πρωτοβουλίες OSPAR EcoQO ή η στρατηγική της σύμβασης HELCOM σχετικά με τις εγκαταστάσεις υποδοχής λιμενικών αποβλήτων στην Βαλτική (Galvani κ.ά., 2010). Υπάρχουν επίσης εθνικές και τοπικές αντιδράσεις σε επίπεδο πολιτικών, μερικές φορές για την εφαρμογή της διεθνούς πολιτικής, αλλά και ως ξεχωριστές πρωτοβουλίες. Πολλά από τα προγράμματα καθαρισμού και παρακολούθησης διεξάγονται σε αυτό το επίπεδο.

Τα πλαστικά απορρίμματα αποτελούν και ένα ζήτημα που απασχολεί πολλούς τομείς της πολιτικής, όπως η διαχείριση των αποβλήτων, η επιχείρηση και ο οικολογικός σχεδιασμός, η κανονιστική ρύθμιση των

χημικών, η θαλάσσια πολιτική, η ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών και η αλιευτική πολιτική. Ορισμένα από τα θέματα που κρίνονται σημαντικά να ληφθούν υπόψη στις πολιτικές αντίδρασης εξετάζονται παρακάτω.

2.17.1 Ποιος είναι υπεύθυνος για τα πλαστικά απορρίμματα;

Μία από τις δυσκολίες αντιμετώπισης του προβλήματος των πλαστικών απορριμμάτων έγκειται στον εντοπισμό της ευθύνης για τις επιπτώσεις τους. Η αναγνώριση πηγών είναι ιδιαίτερα δύσκολη, επιδεινούμενη από την μεταφορά των πλαστικών απορριμμάτων στους ωκεανούς του πλανήτη. Είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα και έρχεται με όλα τα θέματα ευθύνης που περιβάλλουν τα κοινά. Περαιτέρω περιπλέκεται από την έλλειψη ερευνών σχετικά με τις επιπτώσεις των πλαστικών απορριμμάτων στην γη, από όπου προέρχονται όλα τα πλαστικά. Απαιτούνται περισσότερες έρευνες για τον εντοπισμό των πηγών και τον εντοπισμό των περιοχών όπου η πολιτική μπορεί να έχει αποτελέσματα. Οι έρευνες πρέπει να είναι σαφώς σχετικές με την πολιτική, για παράδειγμα το να διαπιστωθεί εάν τα πλαστικά απόβλητα προέρχονται από χώρους υγειονομικής ταφής, εξοπλισμό αλιείας ή απορρίμματα, αυτό θα μπορούσε να ενημερώσει την πολιτική, ενώ ο καθορισμός των λεπτομερειών σχετικά με το εάν τα μικροπλαστικά σχηματίζονται από φυσική φθορά ή φωτο-οξειδωση μπορεί να μην είναι τόσο άμεσα χρήσιμη στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής.

«Οι θάλασσες είναι κοινές και οι μεγάλες ερευνητικές υποδομές και τα προγράμματα απαιτούν χρηματοδότηση πέρα από την ικανότητα των μεμονωμένων κρατών μελών, απαιτώντας μια βελτιωμένη συνέργεια σε μια διεπιστημονική, πολυτομεακή επιστημονική και βιομηχανική κοινότητα που με την σειρά της απαιτεί νέους μηχανισμούς διακυβέρνησης. Αυτό είναι σε γενικές γραμμές ο στόχος της στρατηγικής της ΕΕ για την θαλάσσια έρευνα» (Bowmer & Kershaw, 2010).

Αυτό που πρέπει να θυμόμαστε είναι ότι, αν και λίγα είναι γνωστά για τις συγκεκριμένες πηγές πλαστικών απορριμμάτων, γνωρίζουμε ότι τα

πλαστικά απορρίμματα προκύπτουν από την παραγωγή πλαστικού και αυτό με την σειρά του, καθοδηγείται από την ανθρώπινη ζήτηση και κατανάλωση. Ανεξάρτητα από την πορεία που παίρνει το πλαστικό για να γίνει απόβλητο και την τελική του τύχη στο περιβάλλον και ανεξάρτητα από το αν προέρχεται από την γη ή την θάλασσα, η ανθρώπινη παραγωγή και η κατανάλωση πλαστικού είναι η κύρια πηγή.

Στο επίκεντρο της αναγνώρισης αυτής της ευθύνης υπάρχει και το επίπεδο «πρόληψης» της ιεραρχίας της ευρωπαϊκής οδηγίας για τα απόβλητα. Η πρόληψη μπορεί να προσεγγιστεί με δύο τρόπους: την πρόληψη της πλαστικής παραγωγής και την πρόληψη του να γίνει το πλαστικό απόβλητο. Αυτά τα δύο επίπεδα τροφοδοτούν το ένα το άλλο: αν παράγεται λιγότερο πλαστικό τότε λιγότερο πλαστικό γίνεται απόβλητο. Αν λιγότερα πλαστικά απορρίπτονται μέσω επαναχρησιμοποίησης ή ανακύκλωσης, πιθανώς θα υπάρξει λιγότερη ζήτηση πλαστικού και θα μειωθεί η παραγωγή. Πρόκειται μόνο για μία απεικόνιση του τρόπου αλληλεπίδρασης των διαφόρων επιπέδων της ιεραρχίας διαχείρισης αποβλήτων.

2.17.2 Πρόληψη της παραγωγής πλαστικών

Σε πολύ βασικούς όρους, υπάρχουν δύο σκέλη στην εξίσωση της πρόληψης: ο καταναλωτής και ο παραγωγός ή η προσφορά και η ζήτηση. Και οι δύο χρειάζονται κίνητρα για να παράγουν και να χρησιμοποιούν λιγότερο πλαστικό και ιδανικά, τα κίνητρα θα προέρχονται το ένα από το άλλο. Ωστόσο, η αλυσίδα εφοδιασμού είναι πιο πολύπλοκη από αυτό και περιλαμβάνει πολλούς παράγοντες που είναι και καταναλωτές και παραγωγοί. Τα κίνητρα δεν προκύπτουν φυσιολογικά και μπορεί να χρειαστεί κάποιος τρίτος να τα εισαγάγει.

Τα κίνητρα μπορούν να λάβουν πολλά σχήματα και μορφές, τα οποία θα λειτουργούν σε διάφορα επίπεδα και κλίμακες και μερικές φορές θα λειτουργούν παράλληλα με αντικίνητρα. Μπορούν να υπάρξουν κίνητρα για τους κατασκευαστές να αυξήσουν την διάρκεια ζωής των προϊόντων

μέσω επανασχεδιασμού, ανταλλακτικών, ανακύκλωσης και παραγωγής αναβαθμίσεων. Ήδη η πρωτοβουλία για το οικολογικό σήμα της ΕΕ απονέμεται σε προϊόντα που έχουν σχεδιαστεί για μεγαλύτερη ανθεκτικότητα και ανακύκλωση (για παράδειγμα οι τηλεοράσεις) ή των οποίων η ανθεκτικότητα αυξάνεται μέσω αναβαθμίσεων (για παράδειγμα οι υπολογιστές). Εντούτοις, είναι πιθανό να καταστεί το οικολογικό σήμα περισσότερο ειδικό στα πλαστικά ή να δημιουργηθεί ένα οικολογικό σήμα για τα πλαστικά.

Παράλληλα με τα κίνητρα για τους κατασκευαστές, θα πρέπει να υπάρξουν κίνητρα για την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση από τους καταναλωτές. Τα οικολογικά σήματα, τα συστήματα αποθέσεων και τα συστήματα αντίστροφης πώλησης που ενθαρρύνουν την επαναχρησιμοποίηση πλαστικών φιαλών μπορούν να συμβάλουν στην ενθάρρυνση αυτού του τύπου (Mouat κ.ά., 2009). Αυτά έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά για τις επαναπληρώσιμες φιάλες, με ποσοστά επιστροφής μέχρι 90% στην Γερμανία, την Δανία και την Μάλτα (Ten Brink κ.ά., 2009). Για τα είδη υψηλότερης αξίας, θα μπορούσε να υιοθετηθεί εκτεταμένη ευθύνη του παραγωγού, για παράδειγμα δίχτυα αλιείας τα οποία θα μισθώνουν οι παραγωγοί (αλιείς) και όχι απευθείας πωλήσεις (Macfadyen κ.ά., 2009). Στόχος είναι να ενθαρρυνθεί ο παραγωγός να επαναχρησιμοποιήσει τα δίχτυα, ενδεχομένως να τα επιστρέψει στο τέλος της ζωής τους, μειώνοντας έτσι τον πειρασμό να τα απορρίψει στην θάλασσα. Τα αντικίνητρα για τους καταναλωτές μπορούν επίσης να εφαρμοστούν για να ενθαρρυνθεί η επαναχρησιμοποίηση, για παράδειγμα, οι φόροι επί των πλαστικών σακουλών.

Μια άλλη εναλλακτική λύση είναι η χρέωση επιπλέον για ορισμένα προβληματικά προϊόντα, όπως τα πλαστικά δοχεία τροφίμων (Ten Brink κ.ά., 2009). Όσον αφορά στην στόχευση συγκεκριμένων προϊόντων, οι ετικέτες θα μπορούσαν να έχουν καθοριστική σημασία για την ενημέρωση των καταναλωτών σχετικά με το πλαστικό περιεχόμενο του προϊόντος ή για την διάσπαση του πλαστικού και των ενδεχομένως

επιβλαβών πρόσθετων ουσιών. Ωστόσο, αυτό πρέπει να συμβαδίζει με την εκπαίδευση, ώστε οι καταναλωτές να κατανοούν πλήρως τις επιπτώσεις των ετικετών και των επιπτώσεων των πλαστικών αποβλήτων. Το Τμήμα Χημικών Προϊόντων του Τμήματος Τεχνολογίας, Βιομηχανίας και Οικονομίας του UNEP διερεύνησε την ροή πληροφοριών σχετικά με τα χημικά προϊόντα και έκανε αρκετές συστάσεις για το πώς αυτό θα μπορούσε να βελτιωθεί σε επίπεδο βιομηχανίας.

Μια πιο αυστηρή απάντηση θα μπορούσε να είναι η απαγόρευση προβληματικών τύπων πλαστικών (κυρίως συσκευασιών), αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι οι απαγορεύσεις μπορούν να έχουν ανεπιθύμητες επιπτώσεις από προϊόντα αντικατάστασης και θα πρέπει να επανεξετάζονται διεξοδικά πριν από την εφαρμογή τους (Ten Brink κ.ά., 2009).

Όσον αφορά στην στόχευση συγκεκριμένων καταναλωτών πλαστικών, τα απορρίμματα αλιείας και γενικά τα θαλάσσια απορρίμματα είναι πιο άφθονα στην Βόρεια Θάλασσα απ' ό,τι σε άλλες ευρωπαϊκές θάλασσες. Οι παρεμβάσεις εδώ ίσως πρέπει να στοχεύουν την αλιευτική κοινότητα. Για την Μεσόγειο, μεγάλο μέρος των απορριμμάτων προκαλείται από τον τουρισμό, επομένως η πολιτική πρέπει να κατευθυνθεί σε αυτόν τον τομέα.

2.17.3 Πρόληψη της μετατροπής πλαστικών σε απορρίμματα

Η πρόληψη της μετατροπής των πλαστικών σε απορρίμματα μπορεί να εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζεται. Οι Mouat κ.ά. (2009) υποδηλώνουν ότι, ως αφετηρία, τα απορρίμματα θα πρέπει να θεωρούνται ως ρύπη στο ίδιο επίπεδο με τα βαρέα μέταλλα, τα χημικά και το πετρέλαιο, γεγονός που θα παρείχε την ίδια πολιτική αξιοπιστία. Εξηγούν ότι στις περισσότερες χώρες, οι ΜΚΟ και οι εθελοντές αναλαμβάνουν την παρακολούθηση των απορριμμάτων και δεν υπάρχουν εθνικά προγράμματα παρακολούθησης, όπως συμβαίνει και με άλλους ρύπους.

Η πρόληψη της μετατροπής των πλαστικών σε απορρίμματα μπορεί να αντιμετωπιστεί με ορισμένες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της

επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης, αλλά πρέπει επίσης να αντιμετωπιστούν και οι δραστηριότητες που οδηγούν στη διάθεσή τους. Η μεγάλη κυκλοφορία των κοινοτήτων που συνδέονται με τα πλαστικά απορρίμματα, όπως οι τουρίστες και οι αλιευτικοί στόλοι, προκαλεί ένα άλλο ζήτημα ευθύνης, καθώς ενδέχεται να μην έχουν μακροχρόνιες σχέσεις με την περιοχή που ενδεχομένως επηρεάζουν. Ως εκ τούτου, ορισμένα προληπτικά μέτρα μπορούν να απευθύνονται άμεσα σε αυτές τις κοινότητες, καθώς και σε πιο μόνιμες ομάδες. Οι Ten Brink κ.ά. (2009) έχουν επανεξετάσει αρκετά από αυτά τα μέτρα στις κατευθυντήριες γραμμές τους σχετικά με την χρήση μέσων με βάση την αγορά για την αντιμετώπιση του προβλήματος των απορριμμάτων των θαλασσών. Αυτά περιλαμβάνουν:

- Την εφαρμογή της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει» όσον αφορά στα πρόστιμα για την απόρριψη αποβλήτων και την παράνομη διάθεση.
- Την εφαρμογή της αρχής «ο χρήστης πληρώνει» όσον αφορά τους τουριστικούς φόρους, τα τέλη στάθμευσης αυτοκινήτων, την υποδοχή στους λιμένες και τα τέλη πρόσδεσης πλοίων. Αυτά μπορούν στην συνέχεια να συμβάλουν στον καθαρισμό της παραλίας και στην βελτίωση των υποδομών αποβλήτων.
- Κίνητρα στα πλοία τα οποία θα μπορούν να περιορίσουν τις απορρίψεις απορριμμάτων στην θάλασσα. Επιπλέον, μπορούν να παρασχεθούν οικονομικά κίνητρα για την προώθηση της διάθεσης αποβλήτων στην ξηρά, όπως το σύστημα χωρίς ειδικές επιβαρύνσεις για τα έλαια και τα απορρίμματα που απορρίπτονται στις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής στην περιοχή της Βαλτικής Θάλασσας που εφαρμόζει η HELCOM.
- Φόροι υγειονομικής ταφής. Αυτοί υπάρχουν σε πολλά κράτη μέλη της ΕΕ και διαφέρουν από χώρα σε χώρα και έχουν διαφορετικές επιπτώσεις σε διάφορους παράγοντες με την βιομηχανία να τείνει να έχει τον μεγαλύτερο αντίκτυπο. Μερικές φορές, οι υψηλοί φόροι υγειονομικής ταφής μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση του παράνομου ντάμπινγκ, επομένως πρέπει να τεθούν σε προσιτό επίπεδο.

- Εμπορεύσιμες άδειες. Θεωρητικά, αυτές θα επιτρέψουν στους φορείς να παράγουν πλαστικά απόβλητα σε αντάλλαγμα για την αγορά αδειών για την χρηματοδότηση οργανισμών ή πρωτοβουλιών που μειώνουν τα πλαστικά απόβλητα αλλού. Σε γενικές γραμμές, θεωρείται ότι οι εμπορεύσιμες άδειες δεν είναι κατάλληλες για τα απορρίμματα.
- Κίνητρα στους αλιείς για την αναφορά και την αφαίρεση των συντριμμιών, για παράδειγμα το έργο «Αλιεύοντας πλαστικά» στο πρόγραμμα Save our North Sea, το οποίο πληρώνει τους αλιείς για την αλίευση πλαστικών απορριμμάτων.
- Χρηματοδοτική και τεχνική υποστήριξη για την εγκατάσταση συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων επί αλιευτικών σκαφών, σκαφών αναψυχής και μεγάλων πλοίων με ανεπαρκείς εγκαταστάσεις.
- Κίνητρα που βασίζονται σε βράβευση παράκτιων οικισμών με ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων, τα οποία περιλαμβάνουν όλες τις πολιτικές, τα προγράμματα και τις τεχνολογίες που είναι απαραίτητες για την διαχείριση ολόκληρου του ρεύματος αποβλήτων.

2.17.4 Διαχείριση αποβλήτων

Η διαχείριση των αποβλήτων έχει να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην πρόληψη της μετατροπής των πλαστικών σε απορρίμματα. Οι χώροι υγειονομικής ταφής που διοικούνται εσφαλμένα μπορούν να προκαλέσουν την καταστροφή των αποβλήτων στο περιβάλλον, καθώς και ένα πρόσθετο ζήτημα των χημικών ουσιών από τα πλαστικά απόβλητα που διαφεύγουν στα στραγγίσματα. Τα λύματα είναι μια άλλη δυνητική πηγή, τόσο από πλευράς μικροπλαστικών που δεν έχουν φιλτραριστεί αποτελεσματικά, όσο και από την παρουσία χημικών ουσιών που απελευθερώνονται από το πλαστικό μέσα στα λύματα. Το τελικό σημείο των επεξεργασμένων λυμάτων είναι γενικά τα ποτάμια ή η θάλασσα. Η πρόληψη σε αυτόν τον τομέα μπορεί να λάβει την μορφή απαγορεύσεων, όπως το παράρτημα V της συμφωνίας MARPOL, το οποίο εμποδίζει την διάθεση πλαστικών απορριμμάτων στην θάλασσα. Ωστόσο,

πολλοί είναι σκεπτικοί σχετικά με τον αντίκτυπο του Παραρτήματος V και απαιτούν καλύτερη εφαρμογή και παρακολούθηση (Mouat κ.ά., 2010; Kershaw κ.ά., 2011). Η οδηγία της ΕΕ περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων περιορίζει ορισμένες ειδικές ροές αποβλήτων, όπως ελαστικά, υγρά και εκρηκτικές ύλες, που εισέρχονται σε χώρους υγειονομικής ταφής, αλλά δεν αναφέρεται ρητά το πλαστικό.

Η πιο αισθητή μετατόπιση είναι στα νεότερα κράτη μέλη που έχουν μεγαλύτερο περιθώριο βελτίωσης. Η ανακύκλωση πλαστικών αυξήθηκε από 20,4% το 2007 σε 21,3% το 2008 σε ολόκληρη την Ευρώπη, ενώ η ανάκτηση ενέργειας αυξήθηκε από 29,2% το 2007 σε 30% το 2008 (Plastics Europe, 2009). Δεδομένου ότι το πλαστικό προσφέρεται για εναλλακτικά μέσα διάθεσης, όπως η ανακύκλωση και η ανάκτηση ενέργειας, έχει προταθεί ότι οι απαγορεύσεις των χώρων υγειονομικής ταφής θα μπορούσαν να μειώσουν την ποσότητα πλαστικών αποβλήτων στον χώρο υγειονομικής ταφής. Εννέα από τα κράτη μέλη της ΕΕ των 27 και 2 ακόμη, έχουν επιτύχει την ανάκτηση των πλαστικών κατά 80% και όλες αυτές οι εννέα χώρες έχουν νομοθεσία για τον περιορισμό της περιεκτικότητας των απορριμμάτων που αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής «συνολικού οργανικού άνθρακα». Αυτό επηρεάζει έμμεσα την ανακύκλωση των πλαστικών απορριμμάτων καθώς έχει υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα, αλλά ενδέχεται να υπάρχει δυνατότητα νομοθεσίας για την υγειονομική ταφή για την άμεση αντιμετώπιση των πλαστικών απορριμμάτων.

Υπάρχουν ανησυχίες ότι η διαχείριση των αποβλήτων είναι ανεπαρκής. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα σε ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες, οι οποίες μπορούν επίσης να είναι οι παραλήπτες παρανόμως εξαγόμενων αποβλήτων. Αυτό εγείρει και πάλι ένα ζήτημα ευθύνης, καθώς τα απόβλητα μπορεί να προέρχονταν από τις ανεπτυγμένες χώρες, αλλά η κακή διαχείριση σε άλλα μέρη συμβάλλει στις επιβλαβείς επιπτώσεις των πλαστικών αποβλήτων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Η χρήση στόχων θα μπορούσε να είναι καθοριστική στον τομέα αυτό. Ενώ υπάρχουν επί του παρόντος στόχοι για την ποσότητα και τον τύπο των

αποβλήτων που προορίζονται για υγειονομική ταφή, θα μπορούσαν να τεθούν στόχοι ειδικότερα για τα πλαστικά απόβλητα. Για παράδειγμα:

- Ειδικοί στόχοι ανακύκλωσης για τα πλαστικά απορρίμματα
- 100% συλλογή και διαχωρισμός πλαστικών απορριμμάτων από νοικοκυριά και επιχειρήσεις
- Πλήρης ανακύκλωση πλαστικών προϊόντων
- Ειδικοί στόχοι για τα πλαστικά απόβλητα στο πλαίσιο του περιγραφικού εγγράφου MSFD για τα απορρίμματα θαλάσσης
- Στόχοι για το ποσοστό του παραγόμενου πλαστικού που πρέπει να είναι πλήρως βιοαποικοδομήσιμο

Αυτό εγείρει το ζήτημα εάν τα πλαστικά απορρίμματα απαιτούν δική τους παρακολούθηση και νομοθεσία ή εάν μπορούν να ενσωματωθούν στην γενικότερη νομοθεσία για τα απορρίμματα ή τα απορρίμματα θαλάσσης. Και πάλι, αυτό αγγίζει το ζήτημα της ευθύνης. Τα πλαστικά απορρίμματα απαιτούν απαντήσεις από διάφορους τομείς πολιτικής, αλλά κατανέμοντας την ευθύνη μπορεί να σημαίνει ότι θα ληφθούν λιγότερα άμεσα μέτρα. Η ΕΕ έχει μια οδηγία ειδικά για τις συσκευασίες και ίσως αξίζει να εξεταστεί μια ειδική οδηγία για τα πλαστικά απορρίμματα.

2.17.5 Πλαστικά απορρίμματα: ένα διασυνοριακό ζήτημα

Τα πλαστικά απορρίμματα διασχίζουν πολλά όρια και ένα από τα σημαντικότερα είναι το όριο μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Υπάρχουν πλαίσια για την αντιμετώπιση αυτών των διασυνοριακών προβλημάτων, όπως το Παγκόσμιο Πρόγραμμα Δράσης για την Προστασία του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος από Δασικές Δραστηριότητες και η σύσταση της ΕΕ για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Παράκτιων Ζωνών. Εντούτοις και τα δύο θα μπορούσαν να είναι πιο συγκεκριμένα και χρήσιμα στον τομέα των θαλάσσιων συντριμμιών και των πλαστικών απορριμμάτων. Τα πλαστικά απορρίμματα δεν αναγνωρίζουν όρια στο περιβάλλον και παρόλο που είναι σημαντικό να εντοπιστούν οι πηγές, μπορεί να είναι πιο χρήσιμο να εντοπιστούν οι διαδρομές που διανύει το

πλαστικό για να φθάσει στο περιβάλλον, γεγονός που θα υπεδείκνυε τις κατάλληλες θέσεις για επέμβαση.

Τα γεωγραφικά όρια δεν γίνονται σεβαστά από τα πλαστικά απορρίμματα, αλλά είναι απαραίτητα να προταθούν τοπικά συντονισμένες αντιδράσεις, για παράδειγμα μέσω περιφερειακών πρωτοβουλιών όπως το πρόγραμμα περιφερειακών θαλασσών του UNEP και οι διάφορες συμβάσεις που απευθύνονται σε συγκεκριμένες θάλασσες, όπως της Βαρκελώνης (Μεσόγειος), το OSPAR (Βόρειος Ατλαντικός) και των συμβάσεων της HELCOM (Βαλτική Θάλασσα). Υπάρχουν διαφορές μεταξύ περιφερειών, για παράδειγμα, στην Μαύρη Θάλασσα, όλα τα πληγέντα κράτη βρίσκονται στην διαδικασία ανάπτυξης και επικαιροποίησης των εθνικών τους μέσων με στόχο την καταπολέμηση της θαλάσσιας ρύπανσης. Ένα από τα κύρια προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι χώρες της Μαύρης Θάλασσας σε αυτήν την διαδικασία είναι ότι δεν εφαρμόζουν πλήρως τους υπάρχοντες νόμους και κανονισμούς (Galvani κ.ά., 2010).

Τα ζητήματα των πλαστικών απορριμμάτων καλύπτονται και εφαρμόζονται από διάφορες αρχές, συμπεριλαμβανομένων των ναυτικών αρχών, των περιβαλλοντικών αρχών και των αρχών διαχείρισης αποβλήτων. Περιλαμβάνουν επίσης πολλούς τομείς, όπως τους πολιτικούς, την βιομηχανία πλαστικών και λιανικής, τις επιστήμες, την εκπαίδευση και το ευρύ κοινό. Ο συντονισμός της επιβολής είναι ουσιαστικής σημασίας δεδομένου ότι κάθε αρχή και τομέας μπορεί να θεωρεί τα πλαστικά απορρίμματα ευθύνη άλλου. Όπως υποδηλώνουν αρκετές αναφορές (Mouat κ.ά., 2010; Kershaw κ.ά., 2011), υπάρχει η νομοθεσία, αλλά υπάρχουν δυσκολίες στην επιβολή της.

«Επομένως, ο συντονισμός της επιβολής είναι απαραίτητος. Πολλές χώρες αναφέρουν ότι οι γενικές νομοθεσίες είναι ανεπαρκείς και ορισμένοι από τους παρόντες κανονισμούς είναι πολύ ασαφείς ή δυσνόητοι για τους ανθρώπους που εργάζονται με τα απορρίμματα θαλάσσης στην πράξη. Για να υπάρχει πολιτική για τα απορρίμματα των θαλασσών, στις περισσότερες χώρες απαιτείται η σύνταξη όλων των κειμένων σχετικά με

την ρύπανση των υδάτων, τα απόβλητα και την προστασία των οικοτόπων και των ειδών. Η δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι οι δημόσιες πολιτικές σε σχέση με τα απορρίμματα συχνά διαχωρίζονται από εκείνες που σχετίζονται με την ρύπανση των υδάτων. Τα θαλάσσια απορρίμματα βρίσκονται στο σταυροδρόμι αυτών των δύο τομεακών πολιτικών» (Galvani κ.ά., 2010).

Ένα άλλο όριο είναι το να καθοριστεί το επίπεδο επίπτωσης πάνω από το οποίο τα πλαστικά απορρίμματα θεωρούνται επιβλαβή. Η παρουσία πλαστικών απορριμμάτων είναι σαφώς ανησυχητική και ορισμένες από τις επιπτώσεις της είναι ορατές. Ωστόσο, πολλές από τις πιο πιθανές επιπτώσεις δεν είναι τόσο παρατηρήσιμες ούτε αποδεδειγμένες. Η κατάποση του πλαστικού μπορεί να μελετηθεί, αλλά το επίπεδο στο οποίο αρχίζει να προκαλεί βλάβη το πλαστικό δεν είναι καλά καταγεγραμμένο. Ομοίως, οι πιθανές επιπτώσεις των χημικών εντός του πλαστικού που μεταφέρονται με το πλαστικό δεν είναι γνωστές όσον αφορά στο επίπεδο στο οποίο γίνονται τοξικά. Πολλές από τις επιπτώσεις των πλαστικών απορριμμάτων δεν είναι θανατηφόρες, αλλά σε συνδυασμό με άλλες επιπτώσεις από πλαστικά απορρίμματα ή περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως πετρελαιοκηλίδες ή δύσκολες καιρικές συνθήκες, θα μπορούσαν να γίνουν θανατηφόρες. Ως εκ τούτου, μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμο όχι μόνο να μελετηθούν οι άμεσες επιπτώσεις των πλαστικών απορριμμάτων αλλά και οι σωρευτικές επιπτώσεις. Αυτό θα μπορούσε να έχει ως στόχο τον εντοπισμό παραγόντων ή καταστάσεων κινδύνου που επιδεινώνουν τις επιπτώσεις των πλαστικών απορριμμάτων ή ακόμη και τον εντοπισμό άλλων επιπτώσεων που επιδεινώνονται από την παρουσία πλαστικών απορριμμάτων.

2.17.6 Μια κατάλληλη πολιτική για τα πλαστικά απορρίμματα με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η περιβαλλοντική πολιτική πρέπει να βασίζεται σε αποδείξεις. Ωστόσο, όταν προκύπτουν ερωτήματα, το

ζήτημα είναι το πόσο δύσκολη είναι η βάση τεκμηρίωσης πριν από την λήψη κάποιας πολιτικής. Υπάρχει σήμερα ένα ευρύ φάσμα αποδεικτικών στοιχείων για τις διάφορες οικολογικές επιπτώσεις των πλαστικών απορριμμάτων και ορισμένες σοβαρές επιπτώσεις για τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης πολλά κενά στην έρευνα, πράγμα που σημαίνει ότι η συνολική εικόνα δεν είναι απολύτως ξεκάθαρη.

Το ερώτημα είναι αν θα περιμένουμε μέχρις ότου η εικόνα καταστεί σαφέστερη, αλλά, μέχρι τότε, οι επιπτώσεις θα μπορούσαν να επιδεινωθούν και να είναι πιο δύσκολο να διαχειριστούν. Ένα καλό παράδειγμα για το πότε λήφθηκε πολιτική δράση πριν από την καθιέρωση μιας σταθερής βάσης τεκμηρίωσης είναι ο στόχος οικολογικής ποιότητας OSPAR (EcoQO), ο οποίος έχει θέσει ως στόχο τον αριθμό των φουλμάρων που βρέθηκαν με ένα ορισμένο ποσοστό πλαστικών στα στομάχια τους. Όταν τέθηκε αυτός ο στόχος, δεν βασίστηκε σε κάποιο επιστημονικό γεγονός, αλλά ήταν μια εκτίμηση της ποσότητας των φουλμάρων με αυτό το επίπεδο πλαστικών σε σχετικά παρθένες περιοχές, όπως η Αρκτική. Η εκτίμησή τους ταιριάζει με τα ευρήματα της μεταγενέστερης παρακολούθησης, γεγονός που υποδηλώνει ότι ορισμένοι στόχοι πρέπει να τεθούν πριν γίνει ξεκάθαρη η επιστημονική εικόνα.

Οι τέσσερις δείκτες που περιγράφονται στην οδηγία για την στρατηγική για το θαλάσσιο περιβάλλον αποτελούν ένα καλό σημείο εκκίνησης. Έχουν ήδη βασιστεί σε επιστημονικά ευρήματα και απαιτούν περαιτέρω έρευνα για την διερεύνηση των αποδεκτών επιπέδων πλαστικών αποβλήτων με στόχο την παρακολούθηση και την διαχείρισή τους. Ωστόσο, εξακολουθεί να υπάρχει κενό γνώσης όσον αφορά στον αντίκτυπο των πλαστικών απορριμμάτων στην ξηρά και την ενδεχόμενη επίπτωση των πλαστικών αποβλήτων στην θάλασσα. Ο επιστημονικός κόσμος πρέπει να είναι ξεκάθαρος ως προς το πόσο ρεαλιστική θα είναι η απάντηση σε ορισμένα ερευνητικά ερωτήματα που οι πολιτικοί θα ήθελαν να θέσουν για να ενημερώσουν τις πολιτικές και εάν δεν μπορούν

να απαντηθούν, τότε οι επιστήμονες και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να φτάσουν στο μεσαίο επίπεδο.

Αυτό αφορά ιδιαίτερα στις πηγές πλαστικών αποβλήτων και κατά πόσο υπάρχει πιθανός τρόπος ανίχνευσης ή εντοπισμού σημαντικών πηγών που θα μπορούσαν στην συνέχεια να αντιμετωπιστούν. Για τα πολύ μικρά συντρίμματα υπάρχουν ενδείξεις ότι ορισμένα αντικείμενα, όπως τα πλαστικά μπουκάλια και οι πλαστικές σακούλες, είναι πιο διαδεδομένα από άλλα και η επισήμανση αυτών στην εκπαίδευση και στην ευαισθητοποίηση του κοινού γύρω από την απόρριψη και τα είδη πλαστικών αντικειμένων που είναι ιδιαίτερα προβληματικά μπορεί να είναι χρήσιμη.

Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι ορισμένοι τύποι πολυμερών υπάρχουν σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες από άλλες, για παράδειγμα το πολυαιθυλένιο. Αυτό που δεν είναι γνωστό είναι εάν οι ποσότητες ορισμένων πολυμερών είναι υπερβολικές, λαμβάνοντας υπόψη την αναλογία των διαφόρων παραγόμενων πολυμερών. Αυτό που έχει σημειωθεί είναι η μείωση της ποσότητας των πλαστικών αποβλήτων απευθείας από την βιομηχανία (πριν από τον καταναλωτή), ενώ τα πλαστικά απόβλητα μετά την κατανάλωση αυξήθηκαν (Van Franeker & SNS Fulmar Study Group, 2011a; Ryan, 2008).

Η πολιτική που βασίζεται στα ευρήματα σχετικά με τις χημικές ουσίες εντός των πλαστικών έχει ήδη διαμορφωθεί, όπως είναι η απαγόρευση της δισφαινόλης Α, αλλά για τις χημικές ουσίες με λιγότερο σαφείς επιπτώσεις (ειδικά εάν οι επιδράσεις τους δεν είναι θανατηφόρες ή τοξικές αλλά συσσωρεύονται) ενδέχεται να χρειαστεί να αναπτυχθούν άλλες πρωτοβουλίες.

2.17.7 Οδηγία πλαίσιο για την θαλάσσια στρατηγική κατά των πλαστικών απορριμμάτων

Υπάρχουν ήδη μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την διερεύνηση των τεσσάρων δεικτών για τα θαλάσσια απορρίμματα που περιγράφονται στο MSFD και ο ορισμός τους έχει καθοριστεί (Galvani κ.ά., 2010). Τα

πλαστικά απορρίμματα δεν επηρεάζουν τις θάλασσες, αλλά και σε πολλά άλλα στοιχεία της MSFD, όπως τα μη αυτόχθονα είδη που εισάγονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, τα θαλάσσια τροφικά πλέγματα και οι συγκεντρώσεις μολυσματικών ουσιών.

Η ειδική ομάδα MFSD αφιερωμένη στα απορρίμματα θαλάσσιων υδάτων πρότεινε στην έκθεσή της (Galvani κ.ά., 2010) ότι η παρακολούθηση των απορριμμάτων θα πρέπει να πραγματοποιείται σε κατάλληλες χωρικές και χρονικές κλίμακες. Και για τους τέσσερις δείκτες συνέστησε την εναρμόνιση των πρωτοκόλλων και μεθόδων παρακολούθησης στην ευρωπαϊκή περιφέρεια και την καταγραφή της σύνθεσης των απορριμμάτων σε ενδεικτικές κατηγορίες πηγών. Αυτό είναι πιθανό να περιλαμβάνει τα πλαστικά, αλλά θα μπορούσε ενδεχομένως να υποδιαιρεθεί σε άλλες κατηγορίες για να βοηθήσει στον εντοπισμό τύπων και πηγών πλαστικού.

Ένας από τους κύριους στόχους προσδιορισμού των δεικτών είναι η καθιέρωση στόχων για την επίτευξη καλής περιβαλλοντικής κατάστασης. Ο καθορισμός στόχων δεν είναι εύκολος και μερικές φορές απουσιάζουν τα επιστημονικά στοιχεία για την επίτευξη στόχων. Οι πιθανοί στόχοι μπορούν να βασιστούν σε επίπεδα που βρίσκονται σε σχετικά παρθένες περιοχές, όπως η Αρκτική, αλλά, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να πρέπει να είναι πιο αυθαίρετοι (Galvani κ.ά., 2010). Ο στόχος EcoQO που έχει θέσει η OSPAR αποτελεί ένα καλό παράδειγμα το οποίο ακολουθείται και έχει ήδη υιοθετηθεί από την Ολλανδία για την παρακολούθηση των επιπτώσεων της εφαρμογής της οδηγίας της ΕΕ σχετικά με τις λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων πλοίων και υπολειμμάτων φορτίου (Van Franeker, JA & SNS Fulmar Study Group, 2011α).

Εκτός από την πολυπλοκότητα της τρέχουσας κατάστασης των πλαστικών απορριμμάτων, υπάρχουν επίσης πολυάριθμες μελλοντικές επιπτώσεις και πιθανές τάσεις που θα μπορούσαν να περιπλέξουν περαιτέρω τα θέματα.

2.18 Εντοπισμός και συμπλήρωση κενών

γνώσης

Από την φύση τους τα πλαστικά απορρίμματα αποτελούν έναν δύσκολο τομέα για έρευνα και είναι επίσης ένα σχετικά πρόσφατο φαινόμενο, έτσι ώστε η έρευνα να είναι ακόμα σε νηπιακό επίπεδο. Ως εκ τούτου, υπάρχουν διάφορα κενά γνώσεων σχετικά με τις επιπτώσεις των πλαστικών απορριμμάτων στην οικολογική και την ανθρώπινη υγεία και είναι σημαντικό να προσδιοριστούν και να δοθεί προτεραιότητα στα πιο πιεστικά κενά που πρέπει να καλυφθούν για την αποτελεσματική χάραξη πολιτικής.

2.18.1 Κενά γνώσης: δεδομένα παρακολούθησης

«Υπάρχει έλλειψη πληροφοριών για τις πραγματικές εισροές πλαστικών στους ωκεανούς. Αυτό πρέπει να αντιμετωπιστεί επείγοντως από τις κυβερνήσεις, τους δήμους, την βιομηχανία πλαστικών και τους πολυεθνικούς πωλητές, επειδή οι χερσαίες πηγές αναμένεται να έχουν πολύ μεγαλύτερη συμβολή σε σύγκριση με τις θαλάσσιες δραστηριότητες» (Bowmer & Kershaw, 2010).

Πολλά είναι άγνωστα σχετικά με την κατάσταση των πλαστικών αποβλήτων στο περιβάλλον, αλλά υπάρχουν και πολλά που δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε. Οι αποτελεσματικές απαντήσεις απαιτούν καλύτερη πληροφόρηση σχετικά με την γεωγραφική προέλευση των πλαστικών απορριμμάτων, η οποία απαιτεί τακτικές έρευνες και αναλύσεις σχετικά με την σχέση μεταξύ των τοπικών καιρικών συνθηκών και της γεωγραφίας, όπως η μεταφορά απορριμμάτων από την ξηρά στην θάλασσα μετά από καταρρακτώδεις βροχές στις μεσογειακές ακτές (Galvani κ.ά., 2010). Οι έρευνες θα πρέπει να καλύπτουν διαφορετικές εποχές και την μεταβλητότητα στις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως ο τουρισμός και να πραγματοποιούνται σε τοπικό, περιφερειακό και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, αλλά και σε επίπεδο λεκανών απορροής των ποταμών.

Είναι σαφές ότι υπάρχει ανάγκη για καλύτερη εναρμόνιση και πρωτοβουλίες όπως η MSFD και οι καθιερωμένες κατευθυντήριες

γραμμές της OSPAR και του UNEP κινούνται προς αυτήν την κατεύθυνση. Ο ρόλος της επιστήμης των πολιτών έχει μεγάλες δυνατότητες σε αυτόν τον τομέα και η έρευνα έχει δείξει ότι η χρήση εθελοντών για την διεξαγωγή ερευνών σχετικά με τις απορρίψεις είναι μια αξιόπιστη μέθοδος χωρίς στατιστική διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων των δεδομένων που έχουν συγκεντρωθεί από άπειρους και έμπειρους ερευνητές (Tudor & Williams, 2001). Οι εικόνες γεωαναφοράς υψηλής ανάλυσης που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση άγριων ζώων θα μπορούσαν να παράσχουν μια πλατφόρμα παρακολούθησης των απορριμμάτων παράλληλα με καλύτερες δορυφορικές εικόνες. Άλλες δυνατότητες περιλαμβάνουν την παρακολούθηση με κάμερες από τα πλοία και από κάμερες σε σταθερές πλατφόρμες (Galvani κ.ά., 2010). Ωστόσο, είναι επίσης σημαντικό να δοθεί προτεραιότητα σε όσα πρέπει να είναι γνωστά για την ενημέρωση της πολιτικής και να διασφαλιστεί ότι αυτό μπορεί να γίνει ρεαλιστικά.

Η έκθεση του GESAMP (Bowmer & Kershaw, 2010) αμφισβήτησε την αναγκαιότητα μιας συνολικής αξιολόγησης των μικροπλαστικών, λαμβάνοντας υπόψη τον χρόνο ολοκλήρωσης και το κόστος. Η έκθεση δείχνει ότι πρέπει να ενσωματωθεί σταθερά στο ευρύτερο επιστημονικό πλαίσιο των θαλάσσιων συντριμμιών και ότι η παρακολούθηση των μικροπλαστικών στην στήλη ύδατος θα μπορούσε να εισαχθεί στα προγράμματα δειγματοληψίας πλαγκτόν ρουτίνας.

Έχει επίσης υποδειχθεί ότι οι έρευνες που διεξάγονται από αέρος για την ανίχνευση πετρελαιοκηλίδων θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των απορριμμάτων (Galvani κ.ά., 2010). Η έκθεση GESAMP (Bowmer & Kershaw, 2010) προτείνει επίσης ότι η κλασική παρακολούθηση μπορεί να μην αποτελεί και την καλύτερη χρήση των σπάνιων πόρων όταν εξετάζεται σε παγκόσμιο επίπεδο. Μια σαφέστερη εστίαση σε συγκεκριμένους τομείς, όπως τα hotspots, μπορεί να μεταφράζεται πιο γρήγορα και αποτελεσματικά σε αποφάσεις πολιτικής. Το ερώτημα λοιπόν είναι πώς να ορίσουμε αυτά τα σημεία, λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο την ανησυχία όσον αφορά στην ανθρώπινη υγεία και το

περιβάλλον, αλλά και τι μπορεί να προσδιοριστεί ρεαλιστικά. Ένα παράδειγμα παρέχεται από τους Galgani κ.ά. (2010) οι οποίοι πρότειναν την στόχευση της έρευνας για τα μικροπλαστικά στα αποχετευτικά λύματα και στα σημεία όπου χρησιμοποιούνται μικροπλαστικά για αμμοβολή. Αφού καταρτιστούν τα κατάλληλα μέτρα για τους τέσσερις δείκτες MSFD της ΕΕ που σχετίζονται με τα απορρίμματα των θαλασσών, τότε θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό σημείων εστίασης για την ανάληψη δράσεων πολιτικής σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο. Οι Galgani κ.ά. (2010) έχουν εντοπίσει έλλειψη δεδομένων σχετικά με τα απορρίμματα στον θαλάσσιο πυθμένα και γενικά, πρέπει να διεξαχθούν περισσότερες έρευνες για τα μικροπλαστικά.

Υπάρχει ανάγκη εναρμόνισης των μεθόδων έρευνας για την εκτίμηση των επιπτώσεων, αλλά συγχρόνως πρέπει να ληφθεί υπόψη το περιφερειακό ή τοπικό πλαίσιο. Για παράδειγμα, προκύπτουν δυσκολίες στην επιλογή της άγριας φύσης στην οποία μετράται η ποσότητα των απορριπτόμενων πλαστικών αποβλήτων. Η μοντελοποίηση είναι μια άλλη επιλογή για την εκτίμηση της κατάστασης των πλαστικών απορριμμάτων και τον προσδιορισμό των σημείων εστίασης, ιδίως επειδή οι αποφάσεις πολιτικής πρέπει να εξετάζουν την μελλοντική κατανομή των πλαστικών απορριμμάτων.

Ωστόσο, ένα ακριβές μοντέλο θα πρέπει να εξετάζει έναν τεράστιο αριθμό μετεωρολογικών και ωκεάνιων μεταβλητών και μεταβλητών άγριων ζώων. Ορισμένες έρευνες έχουν διαμορφώσει την επικάλυψη της κατανομής των πλαστικών απορριμμάτων με την κατανομή των θαλάσσιων ειδών (Williams κ.ά., 2011), κάτι που θα μπορούσε να παράσχει χρήσιμες πληροφορίες για τον εντοπισμό προβληματικών περιοχών. Ωστόσο, οι Galgani κ.ά. (2010) προειδοποίησαν για την προσέγγιση αυτή, καθώς οι δύο παράμετροι (κατανομή ειδών και κατανομή πλαστικών απορριμμάτων) επηρεάζονται από ένα ευρύ φάσμα φυσικών και ανθρώπινων συνθηκών. Ωστόσο, υπογραμμίζουν την δυνατότητα χρησιμοποίησης υφιστάμενων συνόλων δεδομένων και

μοντέλων για τους χρόνους που τα απορρίμματα παρασύρονται επιπλέοντας, καθώς και δεδομένων περιφερειακής συνδεσιμότητας, καιρού και ρευμάτων.

Η καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας αποικοδόμησης των πλαστικών απορριμμάτων θα ήταν χρήσιμη για την ενημέρωση της πολιτικής, ιδίως όσον αφορά στα βιοαποικοδομήσιμα υλικά, καθώς υπάρχει ανησυχία ότι αυτά θα μπορούσαν να επιδεινώσουν τα ζητήματα που αφορούν τα μικροπλαστικά εάν τα υλικά δεν βιοαποικοδομούνται πλήρως ή/και εντός επαρκούς χρονικού πλαισίου. Τέλος, η παρακολούθηση των πλαστικών απορριμμάτων στην ξηρά είναι ένα μεγάλο ερευνητικό κενό. Παρόλο που υπάρχει αρκετή παρακολούθηση στις παραλίες και τις ακτές, η παρακολούθηση στο εσωτερικό της χώρας δεν είναι επαρκής και χρειάζονται καλύτερα δεδομένα σχετικά με το επίπεδο και τον τύπο των πλαστικών απορριμμάτων εντός των χώρων υγειονομικής ταφής.

2.18.2 Κενά γνώσης: επιπτώσεις των χημικών ουσιών στο πλαστικό

Επί του παρόντος, δεν υπάρχουν γνώσεις σχετικά με τα επίπεδα έκθεσης και την τοξικότητα των χημικών που σχετίζονται με το πλαστικό στο περιβάλλον.

Δεδομένου ότι η συνειδητοποίηση των βλαβερών επιπτώσεων των χημικών ουσιών που συνδέονται με το πλαστικό είναι πρόσφατη, υπάρχει ανάγκη για διεξοδικότερες μελέτες για την διερεύνηση των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων και της χρονικής σχέσης μεταξύ της έκθεσης στα πρόσθετα και των δυσμενών αναπαραγωγικών και αναπτυξιακών επιδράσεων για τον προσδιορισμό της αιτιότητας, δηλαδή πόσος χρόνος χρειάζεται για να εμφανιστούν οι επιβλαβείς επιπτώσεις (Meeker κ.ά., 2009).

Οι διαχρονικές έρευνες θα επέτρεπαν επίσης την ανάλυση των μετατοπίσεων της έκθεσης μεταξύ των πληθυσμών, ενώ οι επιδημιολογικές μελέτες μεγάλης κλίμακας θα μπορούσαν να συμβάλουν στην ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία και να επιτρέψουν την λήψη σημαντικών δειγμάτων ιδιαίτερα ευάλωτων

ομάδων, π.χ. παιδιά και γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας (Koch & Calafat, 2009; Meeker κ.ά., 2009).

Απαιτούνται επίσης μελέτες για τον εντοπισμό των μεταβολιτών των φθαλικών ενώσεων και των ειδών BPA που θα πρέπει να παρακολουθούνται, δηλαδή που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία (Koch & Calafat, 2009). Η έρευνα για την άγρια φύση έχει δείξει ότι οι συγκεντρώσεις των πλαστικοποιητών στις οποίες υπάρχει βιολογική επίδραση στο εργαστήριο είναι παρόμοιες με τις συγκεντρώσεις που βρίσκονται στο πραγματικό περιβάλλον. Αυτό υποδηλώνει ότι πλήττονται ορισμένοι πληθυσμοί άγριων ζώων (Oehlmann κ.ά., 2009), αλλά δεν υπάρχουν μελέτες σχετικά με τις επιδράσεις των πρόσθετων ουσιών στον πληθυσμό. Οι επιπτώσεις των μακροπρόθεσμων εκθέσεων στα είδη που είναι πιο ευαίσθητα στα πρόσθετα πρέπει να αποτελούν ερευνητική προτεραιότητα, μεταξύ των οποίων τα μαλάκια, τα οστρακόδερμα και τα αμφίβια (Oehlmann κ.ά., 2009). Υπάρχει αυξανόμενη ανησυχία για τον αντίκτυπο των χημικών μειγμάτων και για το ενδεχόμενο οι επιβλαβείς επιπτώσεις ορισμένων χημικών ουσιών να είναι μεγαλύτερες όταν συνδυαστούν με άλλες χημικές ουσίες. Είναι πιθανό τα πλαστικά απορρίμματα να λειτουργούν ως πλατφόρμα για την ανάμειξη χημικών ουσιών. Ομοίως, εξετάζοντας τις επιπτώσεις των χημικών ουσιών θα μπορούσαν να υπάρχουν μείγματα επιπτώσεων που είναι επιβλαβή για το περιβάλλον ή την ανθρώπινη υγεία. Για παράδειγμα, οι Meeker κ.ά. (2009) πρότειναν ότι οι αξιολογήσεις των επιπτώσεων δεν πρέπει να γίνονται μόνο στο επίπεδο των επιμέρους ορμονών, αλλά και στις αναλογίες μεταξύ των ορμονών.

Η μοντελοποίηση μπορεί να διαδραματίσει κάποιο ρόλο στην κάλυψη ορισμένων ελλείψεων στον τομέα της έρευνας. Οι Teuten κ.ά. (2009) έχουν μοντελοποιήσει την εκρόφηση των έμμονων οργανικών ρύπων από τα πλαστικά απορρίμματα και αυτό θα μπορούσε να αποδειχθεί χρήσιμο στην πρόβλεψη των επιπτώσεων των πραγματικών επιπέδων πλαστικών απορριμμάτων. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να μοντελοποιηθεί η τάση των χημικών ουσιών να διαχωρίζονται στον αέρα,

το νερό, τα πλαστικά και τον οργανικό άνθρακα στα ιζήματα, προκειμένου να κατανοηθούν περισσότερο σχετικά με το εάν τα πλαστικά απορρίμματα θα μπορούσαν να αποτελέσουν δεξαμενή για τους έμμοτους οργανικούς ρύπους ή ένα επικίνδυνο όχημα μεταφοράς.

2.18.3 Κενά γνώσης - επίπεδα έκθεσης σε χημικές ουσίες που σχετίζονται με τα πλαστικά απορρίμματα

Απαιτούνται καλύτερες γνώσεις σχετικά με τον πραγματικό αντίκτυπο των χημικών που συνδέονται με τα πλαστικά απορρίμματα στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Αυτό θα περιλαμβάνει τις διαφορικές επιπτώσεις των χημικών ουσιών στις διάφορες μορφές άγριας ζωής. Απαιτείται καλύτερη κατανόηση των βιολογικών μηχανισμών που εμπλέκονται στην έκθεση των ανθρώπων και των ζώων σε χημικές ουσίες που συνδέονται με τα πλαστικά απορρίμματα και την μεταφορά χημικών ουσιών στα βιολογικά συστήματα.

Όσον αφορά στην διαχείριση, θα ήταν χρήσιμο να προσδιοριστούν οι πηγές και οι διαδρομές με τις οποίες η άγρια φύση και ο άνθρωπος εκτίθενται σε χημικά προϊόντα από τα πλαστικά απορρίμματα. Εάν είναι δυνατόν, κάποιο είδος ταυτοποίησης των πλαστικών που μεταφέρουν ρύπους και ποιες ρυπαντικές ουσίες είναι πιθανότερο να απορροφηθούν και να μεταφερθούν. Αυτό θα περιελάμβανε περισσότερες έρευνες επί των πλαστικών απορριμμάτων και έρευνες σχετικά με τις χημικές ουσίες στους χώρους υγειονομικής ταφής, ιδίως όσον αφορά στην μέτρηση του επιπέδου των πρόσθετων που εκπέμπονται στο περιβάλλον (Oehlmann κ.ά., 2009).

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

Για την εκπόνηση της μεταπτυχιακής διατριβής διαβάστηκαν 211 βιβλιογραφίες εκ των οποίων χρησιμοποιήθηκαν οι 162. Από αυτές οι 11 ήταν ελληνικές και οι 6 ήταν ιστοσελίδες. Οι αναζήτηση των βιβλιογραφιών έγιναν από την ιστοσελίδα της βιβλιοθήκης του Ανοικτού Πανεπιστήμιου Κύπρου, από την ιστοσελίδα της βιβλιοθήκης του The Cyprus Institute καθώς και από το Google και Google Scholar. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: «Πλαστικό», «Πλαστικά απορρίμματα», «Θαλάσσια πλαστικά απορρίμματα», «Πηγές πλαστικών απορριμμάτων», «Plastic waste», «Plastic sea waste», «Recycle», «Energy recovery by plastic».

Για το ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκε δείγμα 100 ατόμων και δόθηκε σε νηπιαγωγεία της Κύπρου όπου απαντήθηκε από γονείς ηλικίας 25-45. Η συγκεκριμένη τεχνική δειγματοληψίας επιλέχθηκε καθώς είναι περισσότερο οικονομική και ταχύτερη χρονικά. Επιπλέον προσφέρει μια πρώτη εικόνα του θέματος στον ερευνητή.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται ανάλυση δεδομένων που αφορούν την Κύπρο έτσι ώστε να καταλήξουμε σε συμπεράσματα σχετικά με το πώς διαχειρίζεται το κράτος και οι πολίτες τα απορρίμματα

Επιπλέον συλλέχθηκαν δευτερογενή δεδομένα από την διαδικτυακή σελίδα <http://greendot.com.cy/el/koino/apotelesmata-anakykloses> σε σχέση με τις ποσότητες ανακύκλωσης από το 2007 έως το 2016.

3.1 Είδος ανάλυσης

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική για την ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου την ταξινόμηση των πόλεων της Κύπρου στο τομέα της ανακύκλωσης.

3.2 Ποσότητες Ανακύκλωσης

Πιο κάτω παρατίθενται οι πίνακες με τις ποσότητες ανακύκλωσης στη Κύπρο.

Πίνακας 2 Ποσότητες ανακύκλωσης σε χαρτί, πλαστικό και γυαλί σε τόνους (2007-2016)

	ΠΛΗΘΥΣ ΜΟΣ	20 07	20 08	20 09	20 10	201 1	201 2	201 3	201 4	201 5	201 6
ΠΛΑΣΤΙΚΟ											
ΛΕΥΚΩΣΙΑ	283874	57 6	13 62	30 86	36 21	376 5	353 4	314 8	313 7	326 1	346 7
ΛΕΜΕΣΟΣ	175406	23 0	78 0	14 92	20 80	233 7	225 6	222 9	229 3	221 8	249 8
ΛΑΡΝΑΚΑ	94423	0	0	15	19 8	108 8	114 2	101 6	108 7	117 2	123 5
ΠΑΦΟΣ	66109	0	0	20 7	46 2	544	519	488	504	632	578
ΑΜΜΟΧΩ ΣΤΟΣ	42702	0	0	18 3	40 3	430	423	388	367	407	323
ΚΥΠΡΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΑ	662514	80 6	21 41	49 84	67 64	816 5	787 4	727 0	738 8	769 1	810 1
ΧΑΡΤΙ											
ΛΕΥΚΩΣΙΑ	283874	29 9	82 8	23 85	43 00	494 9	460 4	397 9	390 6	398 0	394 5
ΛΕΜΕΣΟΣ	175406	13 3	79 1	14 75	28 42	305 3	295 0	254 6	245 3	270 4	282 2
ΛΑΡΝΑΚΑ	94423	0	0	33	51 3	191 3	174 7	156 3	164 3	169 7	170 1

ΠΑΦΟΣ	66109	0	0	59 4	12 12	128 7	122 0	119 6	118 6	111 0	914
ΑΜΜΟΧΩ ΣΤΟΣ	42702	0	0	38 7	75 9	978	990	100 0	104 6	119 6	880
ΚΥΠΡΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΑ	662514	43 2	16 19	48 75	96 26	121 80	115 11	102 84	102 35	106 87	102 63
ΓΥΑΛΙ											
ΛΕΥΚΩΣΙΑ	283874	82	20 0	72 0	10 03	133 6	139 6	134 8	127 6	138 8	146 4
ΛΕΜΕΣΟΣ	175406	29 7	88 3	12 84	15 86	180 3	150 0	151 4	155 2	180 8	202 6
ΛΑΡΝΑΚΑ	94423	0	0	17	58	419	479	434	471	496	417
ΠΑΦΟΣ	66109	0	0	32 6	70 2	768	859	809	841	869	949
ΑΜΜΟΧΩ ΣΤΟΣ	42702	0	0	37 4	62 4	681	797	758	822	870	871
ΚΥΠΡΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΑ	662514	37 9	10 83	27 21	39 73	500 8	503 0	486 2	496 2	543 1	572 7

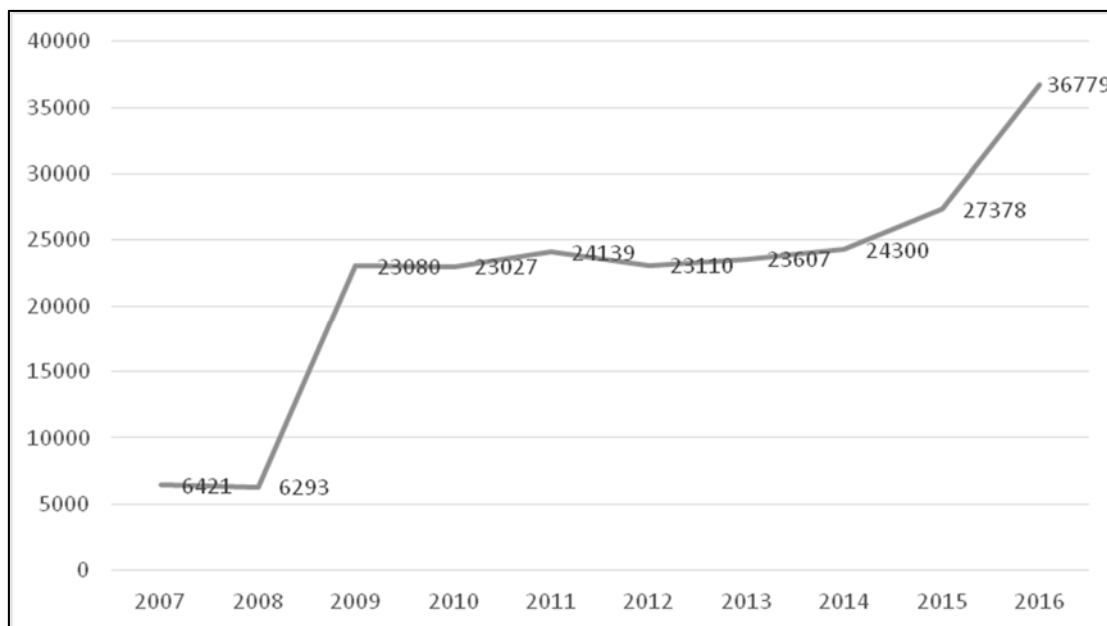
Πίνακας 3 Ποσότητες ανακύκλωσης σε χαρτί, πλαστικό και γυαλί σε τόνους ανά κάτοικο (2007-2016)

	ΠΛΗΘΥ ΣΜΟΣ	20 07	20 08	20 09	201 0	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16	ΠΟΣΟΣ ΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑ ΒΟΛΗ
ΠΛΑΣΤΙΚ Ο												
ΛΕΥΚΩΣΙ Α	283874	0,0 02	0,0 05	0,0 11	0,0 013	0,0 13	0,0 12	0,0 11	0,0 11	0,0 11	0,0 12	5,019
ΛΕΜΕΣΟ Σ	175406	0,0 01	0,0 04	0,0 09	0,0 12	0,0 13	0,0 13	0,0 13	0,0 13	0,0 13	0,0 14	9,861
ΛΑΡΝΑΚ Α	94423	0	0	0	0,0 02	0,0 12	0,0 12	0,0 11	0,0 12	0,0 12	0,0 13	81,333
ΠΑΦΟΣ	66109	0	0	0,0 03	0,0 07	0,0 08	0,0 08	0,0 07	0,0 08	0,0 10	0,0 09	1,792
ΑΜΜΟΧ ΩΣΤΟΣ	42702	0	0	0,0 04	0,0 09	0,0 10	0,0 10	0,0 09	0,0 09	0,0 10	0,0 08	0,765
ΚΥΠΡΟΣ ΣΥΝΟΛΙ ΚΑ	662514	0,0 01	0,0 03	0,0 08	0,0 10	0,0 12	0,0 12	0,0 11	0,0 11	0,0 12	0,0 12	9,051
ΧΑΡΤΙ												
ΛΕΥΚΩΣΙ Α	283874	0,0 01	0,0 03	0,0 08	0,0 15	0,0 17	0,0 16	0,0 14	0,0 14	0,0 14	0,0 14	12,194
ΛΕΜΕΣΟ Σ	175406	0,0 01	0,0 05	0,0 08	0,0 16	0,0 17	0,0 17	0,0 15	0,0 14	0,0 15	0,0 16	20,218

ΛΑΡΝΑΚ Α	94423	0	0	0	0,0 05	0,0 20	0,0 19	0,0 17	0,0 17	0,0 18	0,0 18	50,545
ΠΑΦΟΣ	66109	0	0	0,0 09	0,0 18	0,0 19	0,0 18	0,0 18	0,0 18	0,0 17	0,0 14	0,539
ΑΜΜΟΧ ΩΣΤΟΣ	42702	0	0	0,0 09	0,0 18	0,0 23	0,0 23	0,0 23	0,0 24	0,0 28	0,0 21	1,274
ΚΥΠΡΟΣ ΣΥΝΟΛΙ ΚΑ	662514	0,0 01	0,0 02	0,0 07	0,0 15	0,0 18	0,0 17	0,0 16	0,0 15	0,0 16	0,0 15	22,757
ΓΥΑΛΙ												
ΛΕΥΚΩΣΙ Α	283874	0	0,0 01	0,0 03	0,0 04	0,0 05	0,0 05	0,0 05	0,0 04	0,0 05	0,0 05	16,854
ΛΕΜΕΣΟ Σ	175406	0,0 02	0,0 05	0,0 07	0,0 09	0,0 10	0,0 09	0,0 09	0,0 09	0,0 10	0,0 12	5,822
ΛΑΡΝΑΚ Α	94423	0	0	0	0,0 01	0,0 04	0,0 05	0,0 05	0,0 05	0,0 05	0,0 04	23,529
ΠΑΦΟΣ	66109	0	0	0,0 05	0,0 11	0,0 12	0,0 13	0,0 12	0,0 13	0,0 13	0,0 14	1,911
ΑΜΜΟΧ ΩΣΤΟΣ	42702	0	0	0,0 09	0,0 15	0,0 16	0,0 19	0,0 18	0,0 19	0,0 20	0,0 20	1,329
ΚΥΠΡΟΣ ΣΥΝΟΛΙ ΚΑ	662514	0,0 01	0,0 02	0,0 04	0,0 06	0,0 08	0,0 08	0,0 07	0,0 07	0,0 08	0,0 09	14,111

Πίνακας 4 Αθροιστικές ποσότητες ανακύκλωσης σε χαρτί, πλαστικό και γυαλί σε τόνους ανά κάτοικο (2007-2016)

	ΠΛΗΘΥ ΣΜΟΣ	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16	ΠΟΣΟΣ ΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑ ΒΟΛΗ
ΛΕΥΚΩΣΙ Α	283874	0,0 03	0,0 08	0,0 22	0,0 31	0,0 35	0,0 34	0,0 30	0,0 29	0,0 30	0,0 31	34,067
ΛΕΜΕΣΟ Σ	175406	0,0 04	0,0 14	0,0 24	0,0 37	0,0 41	0,0 38	0,0 36	0,0 36	0,0 38	0,0 42	35,900
ΛΑΡΝΑΚ Α	94423	0	0	0,0 01	0,0 08	0,0 36	0,0 36	0,0 32	0,0 34	0,0 36	0,0 36	155,40 8
ΠΑΦΟΣ	66109	0	0	0,0 17	0,0 36	0,0 39	0,0 39	0,0 38	0,0 38	0,0 39	0,0 37	4,242
ΑΜΜΟΧ ΩΣΤΟΣ	42702	0	0	0,0 22	0,0 42	0,0 49	0,0 52	0,0 50	0,0 52	0,0 58	0,0 49	3,368
ΚΥΠΡΟΣ ΣΥΝΟΛΙ ΚΑ	662514	0,0 02	0,0 07	0,0 19	0,0 31	0,0 38	0,0 37	0,0 34	0,0 34	0,0 36	0,0 36	45,919



Διάγραμμα 2 Ποσότητες ανακύκλωσης εμπορικών βιομηχανικών συσκευασιών (Κύπρος)

3.3 Ερωτηματολόγιο

- 1) Τι είδους προϊόντα προτιμάτε να αγοράζετε;

Συσκευασμένα	
Χύμα	
Ανάλογα με το προϊόν της αρεσκείας μου	

- 2) Όταν αγοράζετε συσκευασμένα σας ενδιαφέρει το υλικό της συσκευασίας;

Ναι	
Όχι	

- 3) Τι είδους συσκευασία προτιμάτε να έχουν;

Χαρτί	
Πλαστικό	
Γυαλί	
Μέταλλο	

- 4) Χρησιμοποιείτε ξανά συσκευασίες προϊόντων;

Πάντα	
Όχι καθόλου	
Μερικές φορές	

5) Έχετε κάδο απορριμμάτων στο σπίτι σας;

Ναι	
Όχι	

6) Ας υποθέσουμε ότι βάζετε στον κάδο σας μπλε σακούλια. Πόσα μπλε σακούλια βάζετε στον κάδο σας κάθε εβδομάδα;

Καθημερινά ένα	
1 την εβδομάδα	
2 την εβδομάδα	
3 την εβδομάδα	

7) Ποιο υλικό πιστεύετε ότι επιβαρύνει περισσότερο το περιβάλλον;

Χαρτί	
Πλαστικό	
Γυαλί	
Μέταλλο	

8) Είστε ενημερωμένοι για την ανακύκλωση;

Πολύ	
Λίγο	
Καθόλου	

9) Χρησιμοποιείτε κάδους για ανακύκλωση που υπάρχουν σε σημεία της πόλης;

Πάντα	
Μερικές φορές	
Καθόλου	

10) Όταν βλέπεις ένα σακουλάκι κάτω στο δρόμο τι κάνεις;

Το πετάω στο κάδο των σκουπιδιών	
Το πετάω στο κάδο της ανακύκλωσης	
Κάνω ότι δεν το βλέπω και προχωρώ	

11) Αφού έχεις φάει την λιχουδιά σου τι κάνεις με το περιτύλιγμα;

Το πετάω κάτω	
Το πετάω στον κάδο των σκουπιδιών	
Εάν είναι ανακυκλώσιμο το πετάω στον κάδο της ανακύκλωσης	

12) Χωρίζετε τα απορρίμματα σας σε κάδους ανακύκλωσης και μη;

Ναι	
Όχι	

13) Πιστεύετε ότι η γνώση για την ανακύκλωση και τη δημιουργία περιβαλλοντικής συνείδησης πρέπει να ξεκινά από:

Το σχολείο	
------------	--

Την οικογένεια	
Τα ΜΜΕ	

Κεφάλαιο 4

Ανάλυση Αποτελεσμάτων της Έρευνας και Προτάσεις Αντιμετώπισης του Προβλήματος

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται αρχικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης των ποσοτήτων ανακύκλωσης και έπειτα η ανάλυση του ερωτηματολογίου.

4.1 Αποτελέσματα Ανάλυσης Ποσοτήτων Ανακύκλωσης

Στον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι κατά την διάρκεια της περιόδου 2007 - 2016 οι ποσότητες ανακύκλωσης έχουν αυξηθεί σημαντικά σε όλες τις κατηγορίες, πλαστικό, χαρτί και γυαλί.

Στον πίνακα 3 παρατηρούμε την κατακεφαλήν ποσότητα ανακύκλωσης από το έτος 2007 έως το 2016. Την μεγαλύτερη ποσοστιαία βελτίωση για το πλαστικό την είχε η πόλη της Λάρνακας με 81,33%. Επιπλέον η Λάρνακα είχε την καλύτερη επίδοση στο χαρτί και στο γυαλί με 50,54% και 23,52% αντίστοιχα.

Στον πίνακα 4 παρατηρούμε την κατακεφαλήν ποσότητα ανακύκλωσης από το έτος 2007 έως το 2016 και για τις κατηγορίες ανακύκλωσης. Την μεγαλύτερη ποσοστιαία βελτίωση για το 2016 την είχε η πόλη της Λάρνακας με 155,408%. Ακολουθεί η Λεμεσός και η Λευκωσία με 35,9% και 34,06% αντίστοιχα. Η Κύπρος συνολικά είχε βελτίωση κατά 45,919%.

Σε σχέση με τα τρία κριτήρια (χαρτί, πλαστικό και γυαλί) την καλύτερη επίδοση το έτος 2007 την είχε η Λεμεσός με 3 κιλά ανά κάτοικο συνολικά και με 3 κιλά ανά κάτοικο ακολουθεί η Λευκωσία. Το έτος 2008 η Λεμεσός ανακύκλωνε 14 κιλά ανά κάτοικο και η Λευκωσία 8 κιλά ανά κάτοικο. Το 2009 η Λεμεσός ανακύκλωνε 24 κιλά ανά κάτοικο, η Αμμόχωστος 22, η Λευκωσία 22, η Πάφος 17 και η Λάρνακα 1. Το έτος 2010 η Αμμόχωστος 42, η Λεμεσός ανακύκλωνε 37 κιλά, η Πάφος 36 κιλά, η Λευκωσία 31 και η Λάρνακα 8. Το έτος 2011 η Αμμόχωστος ανακύκλωνε 49 κιλά, η Λεμεσός 41 κιλά, η Πάφος 39, η Λάρνακα 36 και η Λευκωσία 34. Το έτος 2012 η Αμμόχωστος ανακύκλωνε 52 κιλά, η Πάφος 39, η Λεμεσός 38, η Λάρνακα 36 και η Λευκωσία 34. Το 2013 η Αμμόχωστος ανακύκλωνε 50 κιλά, η Πάφος 38, η Λεμεσός 36, η Λάρνακα 32 και η Λευκωσία 30. Το 2014 η Αμμόχωστος ανακύκλωνε 52, η Πάφος 38, η Λεμεσός 36, η Λάρνακα 34 και η Λευκωσία 29. Το 2015 η Αμμόχωστος ανακύκλωνε 58 κιλά, η Πάφος 39, η Λεμεσός 38, η Λάρνακα 36 και η Λευκωσία 30. Τέλος το 2016 η Αμμόχωστος ανακύκλωνε 49 κιλά, η Λεμεσός 42, η Πάφος 37, η Λάρνακα 36 και η Λευκωσία 31. Στο γράφημα 1 παρατηρείτε ότι οι ποσότητες που ανακυκλωνόντουσαν το 2007 ως προς τις εμπορικές βιομηχανικές συσκευασίες ήταν 6421 τόνοι ενώ το 2016 ήταν 36779 τόνοι. Ουσιαστικά εξαπλασιάστηκαν οι ποσότητες ανακύκλωσης ως προς τις εμπορικές βιομηχανικές συσκευασίες.

4.2 Συμπεράσματα Ανάλυσης Ποσοτήτων Ανακύκλωσης

Με βάση την ανάλυση ποσοτήτων ανακύκλωσης χρησιμοποιώντας ως κριτήρια τις ποσότητες ανακύκλωσης ανά κάτοικο σε χαρτί, γυαλί και πλαστικό προέκυψε ότι την καλύτερη επίδοση για την περίοδο 2007-2016 την είχε η Αμμόχωστος (22-52 κιλά ανακύκλωσης ανά κάτοικο), ακολουθεί η Πάφος (17-39 κιλά ανά κάτοικο), έπεται η Λεμεσός (24-42 κιλά ανά κάτοικο), από πολύ κοντά η Λάρνακα (1-36 κιλά ανά κάτοικο) και τελευταία έρχεται η Λευκωσία (22-34 κιλά ανά κάτοικο).

Επιπλέον βρέθηκε ότι στο σύνολο της Κύπρου οι εμπορικές βιομηχανικές συσκευασίες που ανακυκλώνονταν το 2007 εξαπλασιάστηκαν το 2016. Αυτό δείχνει μια πολύ μεγάλη βελτίωση στο τομέα της ανακύκλωσης για την Κύπρο.

4.3 Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου

Στο ερωτηματολόγιο συμμετείχαν 100 άτομα με ηλικίες 25- 45 ετών και απάντησαν σε 13 ερωτήσεις που αφορούσαν τη διαχείριση των αποβλήτων τους και την ανακύκλωση.

1) Τι είδους προϊόντα προτιμάτε να αγοράζετε;

Συσκευασμένα	27%
Χύμα	9%
Ανάλογα με το προϊόν της αρεσκείας μου	64%

2) Όταν αγοράζετε συσκευασμένα σας ενδιαφέρει το υλικό της συσκευασίας;

Ναι	67%
Όχι	33%

3) Τι είδους συσκευασία προτιμάτε να έχουν;

Χαρτί	46%
Πλαστικό	21%
Γυαλί	30%
Μέταλλο	3%

4) Χρησιμοποιείτε ξανά συσκευασίες προϊόντων;

Πάντα	23%
Όχι καθόλου	23%
Μερικές φορές	54%

5) Έχετε κάδο απορριμμάτων στο σπίτι σας;

Ναι	89%
Όχι	11%

6) Ας υποθέσουμε ότι βάζετε στον κάδο σας μπλε σακούλια. Πόσα μπλε σακούλια βάζετε στον κάδο σας κάθε εβδομάδα;

Καθημερινά ένα	8%
1 την εβδομάδα	42%
2 την εβδομάδα	39%
3 την εβδομάδα	11%

7) Ποιο υλικό πιστεύετε ότι επιβαρύνει περισσότερο το περιβάλλον;

Χαρτί	2%
Πλαστικό	62%
Γυαλί	1%
Μέταλλο	35%

8) Είστε ενημερωμένοι για την ανακύκλωση;

Πολύ	74%
Λίγο	26%
Καθόλου	0%

9) Χρησιμοποιείτε κάδους για ανακύκλωση που υπάρχουν σε σημεία της πόλης;

Πάντα	36%
Μερικές φορές	56%
Καθόλου	8%

10) Όταν βλέπεις ένα σακουλάκι κάτω στο δρόμο τί κάνεις;

Το πετάω στο κάδο των σκουπιδιών	52%
Το πετάω στο κάδο της ανακύκλωσης	27%

Κάνω ότι δεν το βλέπω και προχωρώ	21%
-----------------------------------	-----

11) Αφού έχεις φάει την λιχουδιά σου τι κάνεις με το περιτύλιγμα;

Το πετάω κάτω	2%
Το πετάω στον κάδο των σκουπιδιών	44%
Εάν είναι ανακυκλώσιμο το πετάω στον κάδο της ανακύκλωσης	54%

12) Χωρίζετε τα απορρίμματα σας σε κάδους ανακύκλωσης και μη;

Ναι	59%
Όχι	41%

13) Πιστεύετε ότι η γνώση για την ανακύκλωση και τη δημιουργία περιβαλλοντικής συνείδησης πρέπει να ξεκινά από:

Το σχολείο	46%
Την οικογένεια	52%
Τα ΜΜΕ	2%

4.4 Συμπεράσματα Ερωτηματολογίου

Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου δείχνουν σε γενικές γραμμές ότι ο κόσμος της Κύπρου με ηλικίες 25-45 έχει αποκτήσει περιβαλλοντική συνείδηση όσον αφορά τα απορρίμματα και την ανακύκλωση. Συγκεκριμένα στην ερώτηση εάν τους ενδιαφέρει η συσκευασία των προϊόντων που αγοράζουν το 67% δηλώνει ότι τους ενδιαφέρει με 46% να προτιμούν την χάρτινη συσκευασία και μόλις το 21% να προτιμά το πλαστικό με τους περισσότερους να επαναχρησιμοποιούν την συσκευασία έστω και μερικές φορές.

Ορθά γνωρίζει το 62% ότι το πλαστικό επιβαρύνει περισσότερο το περιβάλλον από τα υπόλοιπα υλικά με το 74% να είναι ενημερωμένοι για την ανακύκλωση γεγονός που υποδεικνύει ότι έχουν λειτουργήσει όλοι οι μηχανισμοί ενημέρωσης που το κράτος φρόντισε να χρησιμοποιήσει τα τελευταία χρόνια και συγκεκριμένα από το 2007. Ένας από αυτούς ήταν τα ΜΜΕ που στην ερώτηση 13 φαίνεται να έχει λάβει μόνο το 2% σε αντίθεση με το σχολείο που έχει λάβει το 46% και την οικογένεια που έλαβε το 52%. Οι ηλικίες από 25-45 δίνουν το αισιόδοξο μήνυμα ότι θα καλλιεργήσουν την περιβαλλοντική συνείδηση στα παιδιά τους και το μήνυμα ότι πρέπει να διδάσκετε το μάθημα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα σχολεία.

Το 36% ανακυκλώνει πάντα σε ειδικούς κάδους ανακύκλωσης που βρίσκονται σε σημεία της πόλης. Ένας αριθμός που χρήζει βελτίωσης. Αισιόδοξο είναι το γεγονός ότι μαζεύουν τα σκουπίδια που βρίσκουν κάτω και μάλιστα εάν είναι ανακυκλώσιμα το 27% τα πετάει σε κάδους ανακύκλωσης. Επίσης δεν πετάνε κάτω τα περιτυλίγματα με το 54% να τα πετάει σε κάδους ανακύκλωσης. Το 59% χωρίζει τα απορρίμματα σε ανακυκλώσιμα και μη γεγονός που είναι αξιοσημείωτο.

4.5 Γενικά Συμπεράσματα

Γενικά η Κύπρος από το 2008 που έχει αρχίσει να εφαρμόζει προγράμματα ανακύκλωσης πάει πολύ καλά και η ανακύκλωση έχει αρχίσει να εντυπώνεται στο μυαλό των πολιτών της. Όμως χρήζει σημεία βελτίωσης. Πιο κάτω παρατίθενται οι τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος και σε παγκύπριο αλλά και παγκόσμιο επίπεδο.

4.6 Τρόποι Αντιμετώπισης του Προβλήματος- Προτάσεις

Τα πλαστικά απορρίμματα στη θάλασσα είναι ένα μείζον θέμα για το περιβάλλον που πιθανόν δεν θα εξαλειφθεί ποτέ. Πολλές προσπάθειες γίνονται για την αντιμετώπιση του. Γίνονται προσπάθειες για συλλογή του υφιστάμενου πλαστικού στους Ωκεανούς αν και αυτό μοιάζει εξωπραγματικό να συλλεχθούν όλα και ειδικά τα μικροπλαστικά είναι αδύνατον να εξαφανιστούν από τις θάλασσες. Αυτό όμως που πρέπει να γίνει είναι να σταματήσει η εισδοχή νέου πλαστικού σε αυτούς. Η λύση είναι μια: να αντιληφθούμε όλοι μας ότι το πλαστικό είναι φυσικός πόρος. Το πλαστικό είτε πρέπει να ανακυκλώνεται ή να επαναχρησιμοποιείται, είτε να χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας. Ο καλύτερος τρόπος να γίνει αυτό είναι ακολουθώντας το μοντέλο κυκλικής οικονομίας. Με το μοντέλο κυκλικής οικονομίας προωθείται ταυτόχρονα η βελτίωση της οικονομικής ευημερίας και του περιβάλλοντος. Η έννοια της κυκλικής οικονομίας έρχεται να ανταποκριθεί στη φιλοδοξία για αειφόρο ανάπτυξη εφόσον μειώνει την εξόρυξη φυσικών πόρων και προωθεί την αξιοποίηση

υφιστάμενων πόρων συμπεριλαμβανομένων και των αποβλήτων. Σε συνδυασμό με την μηδενική υγειονομική ταφή πλαστικών απορριμμάτων (Plastics Europe, 2015) που είναι ο στόχος της Ευρώπης, ένας στόχος που παρόλες τις προκλήσεις αξίζει να επιτευχθεί, είναι πλέον ξεκάθαρο πως ο μόνος τρόπος για να απαλλαχθούμε από τα σκουπίδια στον πλανήτη είναι ακολουθώντας το ιδανικό πλέον μοντέλο, το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας. Τα πλαστικά είναι πηγή για θέσεις εργασίας, ανάπτυξης, καινοτομίας και αειφορίας. (Plastics Europe, 2015) Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στην Ευρώπη από το 2006 η ανακύκλωση πλαστικού και η παραγωγή ενέργειας από αυτό έχει αυξηθεί. Από το 2006- 2012 η υγειονομική ταφή είχε μείωση κατά 26%, η ανακύκλωση αύξηση κατά 40% και η χρήση για σκοπούς ενέργειας αύξηση κατά 27%. Συγκεκριμένα 6,6 εκατομμύρια τόνοι πλαστικού ανακυκλώθηκαν το 2012 στην Ευρώπη. (Plastic Europe, 2015)

Το σίγουρο είναι πως οι νομοθεσίες που αφορούν τη διαχείριση των πλαστικών αποβλήτων, έτσι ώστε το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας να δουλέψει πρέπει να γίνουν πιο αυστηρές. Οπότεν τα κράτη πρέπει να αναλάβουν το μερίδιο της ευθύνης που τους αναλογεί.

Μία πολύ καλή ιδέα που αφορά την ανακύκλωση είναι η τοποθέτηση ειδικών μηχανών που συλλέγουν μπουκάλια για ανακύκλωση με την προϋπόθεση ότι επιστρέφουν πίσω στους αγοραστές κάποια ανταμοιβή. Πιο συγκεκριμένα στη Σκωτία έχει ξεκινήσει ένα πρόγραμμα όπου οι αγοραστές μπορούν να ανακυκλώσουν στις μηχανές δοχεία (γυαλί, πλαστικό ή αλουμίνιο) και να έχουν πίσω κουπόνια, δωρεές σε φιλανθρωπικά ιδρύματα ή επιστροφή χρημάτων και αυτό μπορεί να αυξήσει τους ρυθμούς ανακύκλωσης και να μειώσει τα δοχεία που καταλήγουν σε χωματερές και θάλασσες. (www.waste-management-word.com) Σε πανεπιστήμια στο Πίτσπουρκ οι φοιτητές τοποθετώντας μπουκάλια σε ειδικές μηχανές, ενώνεται με ανταμοιβές στο ιντερνέτ που είτε μπορεί να εξαργυρώσει με χρήματα, είτε να δωρίσει χρήματα σε φιλανθρωπικά ιδρύματα. (www.wastedive.com) Στο Πεκίνο οι

συγκεκριμένες μηχανές σε όλη την πόλη προσφέρουν λεπτά ομιλίας στο κινητό ή μονάδες που εξαργυρώνονται στα μέσα μαζικής μεταφοράς. (www.recyclingtoday.com) Στην Ελλάδα επιστρέφοντας κάποιος τις συσκευασίες του για ανακύκλωση, κερδίζει χρήματα τα οποία μπορεί να εξαργυρώσει κάποιος υπό μορφή κουπονιών σε υπεραγορές, είτε μπορεί να κάνει δωρεές σε φιλανθρωπικά ιδρύματα. (www.recycling-center.gr) Τέλος στη Σικελία οι μηχανές επιστρέφουν θήκες κινητών τηλεφώνων. (www.3dprintngindustry.com)

Πέρα από το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, χρήσιμο θα ήταν να ενταχθεί το μάθημα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα σχολεία από το νηπιαγωγείο ακόμη έτσι ώστε να γίνει βίωμα στις νέες γενιές ο σωστός τρόπος διαχείρισης των αποβλήτων. Ο κάθε άνθρωπος ξεχωριστά οφείλει να σέβεται, να προστατεύει και να διαχειρίζεται σωστά το περιβάλλον.

Κεφάλαιο 5

Επίλογος

Τα πλαστικά είναι αδιαμφισβήτητα υλικά απαραίτητα για την καθημερινή ζωή. Πολλά από τα πλαστικά απορρίμματα όμως καταλήγουν στις χωματερές ή στις θάλασσες. Τα θαλάσσια πλαστικά απορρίμματα είναι ένα καίριο ζήτημα που επηρεάζει και ρυπαίνει το θαλάσσιο περιβάλλον.

Τα κράτη οφείλουν να βρουν μεθόδους αποτροπής της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Μόνο όταν τα πλαστικά απορρίμματα δια μέσου της κυκλικής οικονομίας διαχειριστούν ως φυσικοί πόροι θα σημειωθεί βελτίωση. Τα υλικά αυτά θα πρέπει να ανακυκλώνονται ή να χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας στο μέγιστο βαθμό, ώστε να επιτευχθεί μηδενική παραγωγή πλαστικών αποβλήτων. Επίσης πρέπει μέσω καινοτόμων τρόπων κατασκευής τους να είναι βιοδιασπώμενα κατά την απόρριψη τους. Η οικολογική καταστροφή είναι μεγάλη και οι θάλασσες πρέπει να καθαριστούν αφού έχουν μετατραπεί σε τεράστιους σκουπιδότοπους. Σε πολλές περιπτώσεις η κατάσταση είναι μη αντιστρεπτή.

Ο σωστός τρόπος διαχείρισης των πλαστικών και άλλων αποβλήτων πρέπει να γίνει βίωμα της κάθε κοινωνίας. Μόνο έτσι θα προχωρήσει

μπροστά η αειφόρος ανάπτυξη.

Βιβλιογραφία

1. Allsopp, M., Walters, A., Santillo, D. & Johnston, P. (2006) *Plastic Debris in the World's Oceans*. Greenpeace International. [Online] Available at: http://oceans.greenpeace.org/en/documents-reports/plastic_ocean_report [30/8/2017]
2. Ally, M. (2004). Foundations of educational theory for online learning. *Theory and Practice of online learning*, 2, 15-44.
3. Aloy, A. B., Vallejo, B. M., & Juinio-Meñez, M. A. (2011). Increased plastic litter cover affects the foraging activity of the sandy intertidal gastropod *Nassarius pullus*. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1772-1779.
4. Arthur, C., Baker, J., & Bamford, H. (2009). *Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris, September 9-11, 2008*.
5. Ashton, K., Holmes, L., & Turner, A. (2010). Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 60(11), 2050-2055.
6. Auman, H. J., Ludwig, J. P., Giesy, J. P., & Colborn, T. H. E. O. (1998). Plastic ingestion by Laysan albatross chicks on Sand Island, Midway Atoll, in 1994 and 1995. *Albatross biology and conservation*, 239244.
7. Bakir, A., Rowland, S. J., & Thompson, R. C. (2014). Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 140, 14-21.
8. Ballance, A., Ryan, P. G., & Turpie, J. K. (2000). How much is a clean beach worth? The impact of litter on beach users in the Cape Peninsula, South Africa. *South African Journal of Science*, 96(5), 210-230.
9. Barnay, A., Degre, E., Emmerson, R. *et al.* (2010) Evaluation of the OSPAR system of Ecological Quality Objectives for the North Sea . OSPAR Commission Biodiversity Series.

10. Barnes, D.K.A & Milner, P. (2005) Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. *Marine Biology*, 146:815-825.
11. Blake, B., Pope, T. (2008). Developmental psychology: Incorporating Piaget's and Vygotsky's theories in classrooms. *Journal of Cross-Disciplinary Perspectives in Education*, 1 (1), 59-67.
12. Boerger, C.M., Lattin, G.L., Moore, S.L. & Moore, C.J. (2010) Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin* 60:2275-2278.
13. Bogner, F.X., Wiseman, M. (2006). Adolescent's attitudes towards nature and environment: Quantifying the 2-MEV model. *Environmentalist*, 26, 247-254.
14. Bowmer, T., & Kershaw, P. (Eds.). (2010). *Proceedings of the GESAMP International Workshop on Microplastic Particles as a Vector in Transporting Persistent, Bio-accumulating and Toxic Substances in the Ocean, 28-30th June 2010, UNESCO-IOC, Paris*. GESAMP.
15. Breivik, K., Armitage, J. M., Wania, F., Sweetman, A. J., & Jones, K. C. (2015). Tracking the global distribution of persistent organic pollutants accounting for e-waste exports to developing regions. *Environmental science & technology*, 50(2), 798-805.
16. Briano, R., Midoro, V., & Trentin, G. (1997). Computer mediated communication and online teacher training in environmental education. *Journal of Information technology for teacher education*, 6(2), 127-146.
17. Brown, F. (2000). The effect of an inquiry-oriented environmental science course on preservice elementary teachers' attitudes about science. *Journal of Elementary Science Education*, 12(2), 1-6.
18. Browne, M. A., Galloway, T. S., & Thompson, R. C. (2010). Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. *Environmental Science & Technology*, 44(9), 3404-3409.
19. Browne, M. A., Galloway, T., & Thompson, R. (2007). Microplastic—

- an emerging contaminant of potential concern?. *Integrated environmental assessment and Management*, 3(4), 559-561.
20. Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S. *et al.* (2008) Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.) *Environmental Science & Technology* 42(13): 5026-5031.
21. Buys, L., Mengersen, K., Johnson, S., Van Buren, N., Chauvin, A. (2014). Creating a sustainability scorecard as a predictive tool for measuring the complex social, economic and environmental impacts of industries, a case study: Assessing the viability and sustainability of the dairy industry. *Journal of Environmental Management*, 133, 184-192.
22. Campbell, T., Medina-Jerez, W., Erdogan, I., & Zhang, D. (2010). Exploring science teachers' attitudes and knowledge about environmental education in three international teaching communities. *International Journal of Environmental and Science Education*, 5(1), 3-29.
23. Carson, H. S., Colbert, S. L., Kaylor, M. J., & McDermid, K. J. (2011). Small plastic debris changes water movement and heat transfer through beach sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1708-1713.
24. Casale, P., Abbate, G., Freggi, D., Conte, N., Oliverio, M., & Argano, R. (2008). Foraging ecology of loggerhead sea turtles *Caretta caretta* in the central Mediterranean Sea: evidence for a relaxed life history model. *Marine Ecology Progress Series*, 372, 265-276.
25. Chawla, L., & Cushing, D. F. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research*, 13(4), 437-452.
26. Chi-Kin Lee, J. (2000). Teacher receptivity to curriculum change in the implementation stage: The case of environmental education in Hong Kong. *Journal of Curriculum Studies*, 32(1), 95-115.
27. Christensen, J. (2010). Proposed enhancement of Bronfrenner's

- development ecology model. *Education Inquiry*, 1 (2), 101-110.
28. Conde, M. D. C., & Sánchez, J. S. (2010). The School Curriculum and Environmental Education: A School Environmental Audit Experience. *International Journal of Environmental and Science Education*, 5(4), 477-494.
29. Cooper, D. A., & Corcoran, P. L. (2010). Effects of mechanical and chemical processes on the degradation of plastic beach debris on the island of Kauai, Hawaii. *Marine Pollution Bulletin*, 60(5), 650-654.
30. Davison, P. & Asch, R.G. (2011) Plastic ingestion by mesopelagic fishes in the North Pacific Subtropical Gyre. *Marine Ecology Progress Series* 432:173-180.
31. den Brok, P., Brekelmans, M., & Wubbels, T. (2004). Interpersonal teacher behaviour and student outcomes. *School Effectiveness and School Improvement*, 15(3-4), 407-442.
32. Denuncio, P., Bastida, R., Dassis, M., Giardino, G., Gerpe, M., & Rodríguez, D. (2011). Plastic ingestion in Franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei* (Gervais and d'Orbigny, 1844), from Argentina. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1836-1841.
33. Derraik, J.G.B. (2002) The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44:842-852
34. Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2001). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. In *The teaching and learning of mathematics at university level* (pp. 275-282). Springer Netherlands.
35. Ecosystems, U. N. E. P. (2006). Biodiversity in Deep Waters and High Seas. UNEP/IUCN, Switzerland. *UNEP Regional Seas Reports and Studies*, (178).
36. Eriksen, M., Maximenko, N., Thiel, M., Cummins, A., Lattin, G., Wilson, S., ... & Rifman, S. (2013). Plastic pollution in the South Pacific subtropical gyre. *Marine pollution bulletin*, 68(1), 71-76.
37. Frias, J. P. G. L., Sobral, P., & Ferreira, A. M. (2010). Organic

- pollutants in microplastics from two beaches of the Portuguese coast. *Marine Pollution Bulletin*, 60(11), 1988-1992.
38. Fry, D. M., Fefer, S. I., & Sileo, L. (1987). Ingestion of plastic debris by Laysan albatrosses and wedge-tailed shearwaters in the Hawaiian Islands. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6), 339-343.
39. Galgani, F. et al. (2000) Litter on the sea floor along European coasts. *Marine Pollution Bulletin* 40, 516 – 527.
40. Galgani, F., Fleet, D., van Franeker, J. A., Katsanevakis, S., Maes, T., Mouat, J. & Amato, E. (2010). *Marine Strategy Framework directive- Task Group 10 Report marine litter do not cause harm to the coastal and marine environment. Report on the identification of descriptors for the Good Environmental Status of European Seas regarding marine litter under the Marine Strategy Framework Directive*. Office for Official Publications of the European Communities.
41. Galgani, F., Leaute, J. P., Moguedet, P., Souplet, A., Verin, Y., Carpentier, A., ... & Mahe, J. C. (2000). Litter on the sea floor along European coasts. *Marine pollution bulletin*, 40(6), 516-527.
42. Galgani, F., Souplet, A. & Cadiou, Y. (1996). Accumulation of debris on the deep sea floor of the French Mediterranean coast. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 142, 225–234
43. Gallagher, J. M., & Reid, D. K. (2002). *The learning theory of Piaget and Inhelder*. iUniverse.
44. Galloway, T., Cipelli, R., Guralnik, J., Ferrucci, L., Bandinelli, S., Corsi, A. M., ... & Melzer, D. (2010). Daily bisphenol A excretion and associations with sex hormone concentrations: results from the InCHIANTI adult population study. *Environmental health perspectives*, 118(11), 1603.
45. Gerbens-Leenes, P.W., Moll, H.C., Schoot Viterkamp, A.J.M. (2003). Design and development of a measuring method for environmental sustainability in food production systems. *Ecological Economics*, 46, 231-248.
46. Goldman, D., Yavetz, B., & Pe'er, S. (2006). Environmental literacy

- in teacher training in Israel: Environmental behavior of new students. *The Journal of Environmental Education*, 38(1), 3-22.
47. Gough, A. (2013). Thinking globally in environmental education. *International handbook of research in environmental education*, 33-44.
48. Gough, N. (1989). From epistemology to ecopolitics: Renewing a paradigm for curriculum. *Journal of curriculum studies*, 21(3), 225-241.
49. Gregory, M. R. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 2013-2025.
50. Hansla, A., Gamble, A., Juliusson, A., Garling, T. (2008). The relationships between awareness of consequences, environmental concern, and value orientations. *Journal of Environmental Psychology*, 28, 1-9.
51. Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological forecasting and social change*, 76(4), 584-594.
52. Henderson, J.R. (2001) A pre and post-MARPOL Annex V summary of Hawaiian Monk Seal entanglements and marine debris accumulation in the northwestern Hawaiian Islands, 1982-1998. *Marine Pollution Bulletin*. 42:584-589.
53. Hengstler, J. G., Foth, H., Gebel, T., Kramer, P. J., Lilienblum, W., Schweinfurth, H., ... & Gundert-Remy, U. (2011) *Critical evaluation of key evidence on the human health hazards of exposure to bisphenol A*. *Critical reviews in toxicology*, 41(4), 263-291.
54. Hirai, H., Takada, H., Ogata, Y., Yamashita, R., Mizukawa, K., Saha, M., ... & Zettler, E. R. (2011). Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Marine*

- Pollution Bulletin*, 62(8), 1683-1692.
55. Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The journal of environmental education*, 21(3), 8-21.
56. Illeris, K. (Ed.). (2009). *Contemporary theories of learning: learning theorists... in their own words*. Routledge.
57. Kaiser, F.G., Derke, B., Bogner, F.X. (2007). Behavior-based environmental attitude: Development of an instrument for adolescents. *Journal of Environmental Psychology*, 27, 242-251.
58. Kazemeini, T., Pajoheshgar, M. (2013). Children's play in the context of culture: Parental ethnotheories. *Journal of Science and Today's World*, 2 (3), 265-281.
59. Kershaw, P., Katsuhiko, S., Lee, S. *et al.* (2011) *Plastic Debris in the Ocean in UNEP Year Book 2011: Emerging issues in our global environment*, United Nations Environment Programme, Nairobi.
60. KIMO (2008) Fishing for Litter Scotland Final Report 2005 – 2008. *KIMO publication*
61. Koch, H. M., & Calafat, A. M. (2009). Human body burdens of chemicals used in plastic manufacture. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 2063-2078.
62. Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
63. Kopnina, H. (2012). Education for sustainable development (ESD): the turn away from 'environment' in environmental education?. *Environmental Education Research*, 18(5), 699-717.
64. Koul, R. B., & Fisher, D. L. (2005). Cultural background and students' perceptions of science classroom learning environment and teacher interpersonal behaviour in Jammu, India. *Learning Environments Research*, 8(2), 195-211.
65. Kunter, M., Tsai, Y. M., Klusmann, U., Brunner, M., Krauss, S., & Baumert, J. (2008). Students' and mathematics teachers'

- perceptions of teacher enthusiasm and instruction. *Learning and Instruction*, 18(5), 468-482.
66. Laist, D. W. (1997). Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. *In Marine Debris* (pp. 99-139). Springer New York.
67. Lang, Q. C., Wong, A. F., & Fraser, B. J. (2005). Student perceptions of chemistry laboratory learning environments, student–teacher interactions and attitudes in secondary school gifted education classes in Singapore. *Research in Science Education*, 35(2-3), 299-321.
68. Lazar, B., & Gračan, R. (2011). Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea. *Marine pollution bulletin*, 62(1), 43-47.
69. Lee, C. C., Jiang, L. Y., Kuo, Y. L., Chen, C. Y., Hsieh, C. Y., Hung, C. F., & Tien, C. J. (2015). Characteristics of nonylphenol and bisphenol A accumulation by fish and implications for ecological and human health. *Science of The Total Environment*, 502, 417-425.
70. Leonard, D. C. (2002). *Learning Theories: A to Z: A to Z*. ABC-CLIO.
71. Levykh, M. G. (2008). The affective establishment and maintenance of Vygotsky's zone of proximal development. *Educational Theory*, 58(1), 83-101.
72. Lithner, D., Larsson, Å., & Dave, G. (2011) Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of the Total Environment*, 409(18), 3309-3324.
73. Liu, H., Zhou, G., Wennersten, R., Frostell, B. (2014). Analysis of sustainable urban development approaches in China. *Habitat International*, 41, 24-32.
74. Lobelle, D. & Cunliffe, M. (2011) Early microbial biofilm formation on marine plastic debris. *Marine Pollution Bulletin* 62:197-200.
75. Lohmann, R., & Belkin, I. M. (2014). Organic pollutants and ocean

- fronts across the Atlantic Ocean: A review. *Progress in Oceanography*, 128, 172-184.
76. Masó, M., Fortuño, J. M., de Juan, S., & Demestre, M. (2016). Microfouling communities from pelagic and benthic marine plastic debris sampled across Mediterranean coastal waters. *Scientia Marina*, 80(S1), 117-127.
77. Mauerhofer, V. (2008). 3-D sustainability: An approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a sustainable development. *Ecological Economics*, 64, 496-506.
78. Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning?. *American Psychologist*, 59(1), 14-19.
79. McCrea, E. J. (2006). The Roots of Environmental Education: How the Past Supports the Future. *Environmental Education and Training Partnership (EETAP)*.
80. Melzer, D., Rice, N. E., Lewis, C., Henley, W. E., & Galloway, T. S. (2010) Association of urinary bisphenol a concentration with heart disease: evidence from NHANES 2003/06. *PloS one*, 5(1), e8673.
81. Moore, C. J., Lattin, G. L., & Zellers, A. F. (2011) Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 11(1), 65-73.
82. Morét-Ferguson, S., Lavendar-Law, K. Proskurowski, G. et al. (2010) The size, mass and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin* 60:1873-1878.
83. Mouat, J., Lozano, R. L., & Bateson, H. (2009). *Economic impacts of marine litter*. Kommunenes Internasjonale Miljøorganisasjon.
84. Mudgal, S., Lyons, L., Bain, J., Débora, D., Thibault, F., & Linda, J. (2011). Plastic Waste in the Environment–Revised Final Report for European Commission DG Environment. *Bio Intelligence Service*
85. Murray, F., & Cowie, P. R. (2011). Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine pollution bulletin*, 62(6), 1207-1217.

86. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2010) Plastic Marine Debris What We Know. Downloadable from <http://marinedebris.noaa.gov/info/plastic.html>
87. Neal, P., & Palmer, J. (2003). *The handbook of environmental education*. Routledge.
88. Negev, M., Sagy, G., Garb, Y., Salzberg, A., & Tal, A. (2008). Evaluating the environmental literacy of Israeli elementary and high school students. *The Journal of Environmental Education*, 39(2), 3-20.
89. O'Brine, T., & Thompson, R. C. (2010) Degradation of plastic carrier bags in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 60(12), 2279-2283.
90. Oehlmann, J., Schulte-Oehlmann, U., Kloas, W., Jagnytsch, O., Lutz, I., Kusk, K. O., ... & Tyler, C. R. (2009). A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 2047-2062.
91. Ogata, Y., Takada, H., Mizukawa, K., Hirai, H., Iwasa, S., Endo, S., ... & Murakami, M. (2009). International pellet watch: global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. *Marine pollution bulletin*, 58(10), 1437-1446.
92. Olson, M. H. (2015). *An introduction to theories of learning*. Psychology Press.
93. Oortwijn, M. B., Boekaerts, M., Vedder, P., & Strijbos, J. W. (2008). Helping behaviour during cooperative learning and learning gains: The role of the teacher and of pupils' prior knowledge and ethnic background. *Learning and Instruction*, 18(2), 146-159.
94. Palmer, J. (2002). *Environmental education in the 21st century: Theory, practice, progress and promise*. Routledge.
95. Paris, S. G., & Paris, A. H. (2001). Classroom applications of research on self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 36(2), 89-101.
96. Pe'er, S., Goldman, D., & Yavetz, B. (2007). Environmental literacy

- in teacher training: attitudes, knowledge, and environmental behavior of beginning students. *The Journal of Environmental Education*, 39(1), 45-59.
97. Pichel, W.G., Churnside, J.H., Veenstra, T.S. et al. (2007) Marine debris collects within the North Pacific Subtropical Convergence Zone. *Marine Pollution Bulletin* 54:1207-1211.
98. Plastics Europe (2017) Plastics- the facts. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data, Brussels. [https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics the facts 2017 FINAL for website one page.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf)
99. Plastics Europe 2015 (2015) Plastics- the facts. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data, Brussels
100. Possatto, F. E., Barletta, M., Costa, M. F., do Sul, J. A. I., & Dantas, D. V. (2011) Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. *Marine pollution bulletin*, 62(5), 1098-1102.
101. Powers, A. L. (2004). Teacher preparation for environmental education: Faculty perspectives on the infusion of environmental education into preservice methods courses. *The Journal of Environmental Education*, 35(3), 3.
102. Pritchard, A. (2013). *Ways of learning: Learning theories and learning styles in the classroom*. Routledge.
103. Pritchard, D. E., Lee, Y. J., & Bao, L. (2008). Mathematical learning models that depend on prior knowledge and instructional strategies. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 4(1), 1-8.
104. Rios, L. M., Jones, P. R., Moore, C., & Narayan, U. V. (2010). Quantitation of persistent organic pollutants adsorbed on plastic debris from the Northern Pacific Gyre's "eastern garbage patch". *Journal of Environmental Monitoring*, 12(12), 2226-2236.
105. Ruchter, M., Klar, B., & Geiger, W. (2010). Comparing the effects of mobile computers and traditional approaches in

- environmental education. *Computers & Education*, 54(4), 1054-1067.
106. Ryan, P. G. (1988). Intraspecific variation in plastic ingestion by seabirds and the flux of plastic through seabird populations. *Condor*, 446-452.
107. Ryan, P. G. (2015). A brief history of marine litter research. In *Marine anthropogenic litter* (pp. 1-25). Springer International Publishing.
108. Ryan, P. G. (2015). How quickly do albatrosses and petrels digest plastic particles?. *Environmental Pollution*, 207, 438-440.
109. Ryan, P. G., Moore, C. J., van Franeker, J. A., & Moloney, C. L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 1999-2012.
110. Sadik, F., & Sari, M. (2010). Student teachers' attitudes towards environmental problems and their level of environmental knowledge. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (39), 129-141.
111. Sannino, A., Daniels, H., & Gutiérrez, K. D. (2009). *Learning and expanding with activity theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
112. Sauv e, L. (2005). Currents in Environmental Education: Mapping a Complex and Evolving Pedagogical Field. *Canadian Journal of Environmental Education*, 10(1), 11-37.
113. Schneider, F., Kallis, G., Martinez-Alier, J. (2010). Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue. *Journal of Cleaner Production*, 18, 511-518.
114. Schunk, D. H. (2012). *Learning theories*. Boston: Pearson.
115. Sheavly S.B. (2005) *Sixth Meeting of the UN Open-ended Informal Consultative Processes on Oceans & the Law of the Sea. Marine debris – an overview of a critical issue for our oceans*

116. Sheavly, S. B. & Register, K .M. (2007) Marine Debris & Plastics: Environmental Concerns, Sources, Impacts and Solutions. *Journal of Polymer Environment*, 15:301-305.
117. Shepard, L. A. (2000). The role of assessment in a learning culture. *Educational Researcher*, 29(7), 4-14.
118. Skinner, B. F. (2011). About behaviorism. Vintage.
119. Skinner, E., Furrer, C., Marchand, G., & Kindermann, T. (2008). Engagement and disaffection in the classroom: Part of a larger motivational dynamic?. *Journal of Educational Psychology*, 100(4), 765-781.
120. Song, J. H., Murphy, R. J., Narayan, R., & Davies, G. B. H. (2009). Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 2127-2139.
121. Sorman, A.H., Giampietro, M. (2013). The energetic metabolism of societies and the degrowth paradigm: Analyzing biophysical constraints and realities. *Journal of Cleaner Production*, 38, 80-93.
122. Spear, L. B., Ainley, D. G., & Ribic, C. A. (1995). Incidence of plastic in seabirds from the tropical pacific, 1984–1991: relation with distribution of species, sex, age, season, year and body weight. *Marine Environmental Research*, 40(2), 123-146.
123. Steiner, J.V., Mahn, H. (1996). *Sociocultural approaches to learning and development: A Vygotskian framework*. *Educational Psychologist*, 31 (3/4), 191-206.
124. Suaria, G., & Aliani, S. (2014). Floating debris in the Mediterranean Sea. *Marine pollution bulletin*, 86(1), 494-504.
125. Talsness, C. E., Andrade, A. J., Kuriyama, S. N., Taylor, J. A., & Vom Saal, F. S. (2009). Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 2079-2096.

126. Teuten, E. L., Rowland, S. J., Galloway, T. S., & Thompson, R. C. (2007). Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. *Environmental science & technology*, 41(22), 7759-7764.
127. Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., ... & Ochi, D. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 2027-2045.
128. The Belgrade Charter, 1975
http://portal.unesco.org/education/en/file_download.php/47f146a292d047189d9b3ea7651a2b98The+Belgrade+Charter.pdf
129. Tian, H., Liu, K., Zhou, J., Lu, L., Hao, J., Qiu, P., ... & Hua, S. (2014). Atmospheric Emission Inventory of Hazardous Trace Elements from China's Coal-Fired Power Plants—Temporal Trends and Spatial Variation Characteristics. *Environmental science & technology*, 48(6), 3575-3582.
130. Tigchelaar, A., & Korthagen, F. (2004). Deepening the exchange of student teaching experiences: implications for the pedagogy of teacher education of recent insights into teacher behaviour. *Teaching and teacher Education*, 20(7), 665-679.
131. Tomás, J., Guitart, R., Mateo, R., & Raga, J. A. (2002). Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 44(3), 211-216.
132. Toxipedia, (2011). [ONLINE] Available at: <http://toxipedia.org> [2-11-2017]
133. Turner, A., & Holmes, L. (2011) Occurrence, distribution and characteristics of beached plastic production pellets on the island of Malta (central Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 62(2), 377-381.
134. UNEP (2009) *Marine Litter: A Global Challenge*. Nairobi: UNEP.

135. Van Franeker, J.A. & SNS Fulmar Study Group (2011c). Chemicals in marine plastics and potential risks for a seabird like the Northern Fulmar (*Fulmarus glacialis*). Fifth International Marine Debris Conference, Honolulu Hawaii 20-25 Mar 2011. Oral Presentation Extended Abstracts 8.c.4. 415-418.
136. Van Franeker, J.A. & the SNS Fulmar Study Group (2011a). Fulmar Litter EcoQO monitoring along Dutch and North Sea coasts in relation to EU Directive 2000/59/EC on Port Reception Facilities: results to 2009. IMARES Report Nr C037/11. IMARES, Texel, 52pp +2app.
137. Van Franeker, J.A. (2004) Save the North Sea fulmar-litter-EcoQO manual Part 1: collection and dissection procedures. *Alterra* (Alterra-Rapport 672).
138. Van Franeker, J.A.; & Meijboom, A. 2002. Litter NSV - Marine litter monitoring by Northern Fulmars: a pilot study. *Alterra* (Alterra-Rapport 4010).
139. Van Passel, S., Van Huylbroeck, G., Lauwers, L., & Mathijs, E. (2009). Sustainable value assessment of farms using frontier efficiency benchmarks. *Journal of environmental management*, 90(10), 3057-3069.
140. Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
141. Williams, R., Ashe, E. & O'Hara, P.D. (2011) Marine mammals and debris in coastal waters of British Columbia, Canada. *Marine Pollution Bulletin* 62:1303-1316.
142. Wiseman, M., Bogner, F.X. (2003). A higher-order model of ecological values and its relationship to personality. *Personality and Individual Differences*, 34, 783-794.
143. Wolters, E.A. (2013). Attitude-behavior consistency in household water consumption. *The Social Science Journal*, 1-9.
144. Young, L. C., Vanderlip, C., Duffy, D. C., Afanasyev, V., &

- Shaffer, S. A. (2009). Bringing home the trash: do colony-based differences in foraging distribution lead to increased plastic ingestion in Laysan albatrosses?. *PloS one*, 4(10), e7623.
145. Zarfl, C., & Matthies, M. (2010). Are marine plastic particles transport vectors for organic pollutants to the Arctic? *Marine Pollution Bulletin*, 60(10), 1810-1814.
146. Zarfl, C., Fleet, D., Fries, E., Galgani, F., Gerdt, G., Hanke, G., & Matthies, M. (2011). Microplastics in oceans. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1589-1591.
147. Αθανασάκης, Α. & Κουσουρή, Θ. (1987). *Οικολογική παιδεία και περιβαλλοντική αγωγή*. Αθήνα: Μπουκουμάνη.
148. Γρηγορίου, Π.Γ, Σαμιώτης, Γ.Δ, Τσάλτας, Γ.(1993). *Η συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών (Rio de Janeiro) για το περιβάλλον και την ανάπτυξη*. Αθήνα: Παπαζήσης.
149. Δεκλερής, Μ, Ηλ. (2000). *Το δίκαιο της βιωσίμου ανάπτυξης*. Αθήνα: Αντ. Ν. Σάκκουλα.
150. Καλαϊτζίδης, Δ., Ουζούνης, Κ. (1999). *Περιβαλλοντική εκπαίδευση: θεωρία και πράξη*. Ξάνθη: Σπανίδης.
151. Καλλία-Αντωνίου, Α.(1999). *Η νομολογία του Συμβουλίου της Επικρατείας και του Δικαστηρίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων για την κοινωνική πολιτική της βιώσιμης ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος*. Αθήνα.
152. Κούσουλας, Γ. (2000). *Μικρός περίπλους στην ιστορία της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης διεθνώς και στην Ελλάδα*. Φυσικός Κόσμος (ΕΕΦ), τ.1.
153. Κρίβας, Σ. (1996). *Οικολογικοποίηση των σχολικών εγχειριδίων και της σχολικής πρακτικής*. Πάτρα: Αχαϊκές Εκδόσεις/Αφοί Πανόπουλοι.
154. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2004). *ΔΕΠΠΣ περιβαλλοντικής εκπαίδευσης*. [Online] Available at: http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/31depps_Peribalontikis.pdf [28/8/2017]

155. Ραβάνης, Κ. (2003). *Εισαγωγή στη διδακτική των φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις νέων τεχνολογιών.
156. Σκαναβή, Κ., Σακελάρη, Μ. (2002). *Η γένεση, η εξέλιξη και η δυναμική της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης*. *Γέφυρες*, 4, 32-59.
157. Χαϊνταρλής, Μ. (2001). *Αειφορία, αειφόρος ανάπτυξη και δίκαιο*. *Περιβάλλον και Δίκαιο*, 4.
158. <https://3dprintingindustry.com/news/vending-machine-swaps-old-bottles-new-phone-case-90172>
159. <https://waste-management-word.com/a/recycling-reverse-vending-incentive-scheme-could-be-extended-in-scotland>
160. www.recycling-center.gr/recycling-centers-3-materials.html
161. www.recyclingtoday.com/article/reverse-vending-plastic-recycling-china/
162. www.wastedive.com/news/tomvaexpands-reverse-vending-machine-recycling-program/407021/
163. <http://greendot.com.cy/el/koino/apotelesmata-anakykloses>